www.radio.ru

4 • 2019

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

12 апреля — День космонавтики



- Резонансный волномер-индикатор
- Таймер для СВЧ-печи
- Система защиты от протечек воды
- Сенсорный регулятор для микродрели

...и ещё 15 конструкций

4

2019

ISSN-0033-765X

Молодёжный кубок А. С. Попова — 2018 год

(см. статью на с. 47)



Команда радиостанции RK0AZC Дома детского творчества г. Дивногорска Красноярского края (слева—направо): Елена Карпухина (R0A-2), Виктория Бровкина (R0A-8) — кандидаты в мастера спорта.

На радиостанции RK0AZC (слева—направо): Матвей Коновалов (R0A-10), Максим Нестеренко (R0A-11), Елена Карпухина (R0A-2), Виктория Бровкина (R0A-8).

Команда радиостанции R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края (слева—направо): Григорий Аникин (UB0AJJ), Александр Быстранов (R0AO) — кандидаты в мастера спорта.



Победитель в группе SO-19 Максим Коновалов (R0AGO).

НОВОЕ ПАЯЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ





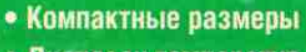


Монтажные паяльные станции





ASE-1116



ASE-1119

ASE-1111

ASE-1115

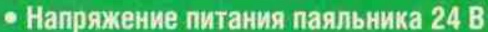
- Компактные размеры
- Диапазон температур от 100 до 480 °C
- Керамический нагреватель
- Низковольтный паяльник
- Мощность паяльника до 60 Вт
- 3 предустановленные температуры (ASE-1115)



Демонтажные паяльные станции

- ЖК-дисплей с подсветкой
- Сенсорное управление
- Температурный диапазон 160...480 °C
- Мощность паяльника/станции 90 Вт/150 Вт
- Напряжение питания паяльника 24 В
- Эргономичный дизайн

ASE-2105





Термовоздушные паяльные станции

- Мощность 300 Вт
- Цифровая индикация
- Температурный диапазон 100...500 °C
- Микропроцессорное управление
- Бесщёточный вентилятор
- Сверхбыстрый нагрев





ASE-4509

Многофункциональные паяльные станции

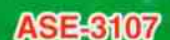
- 3 канала: монтаж, демонтаж, пайка горячим воздухом
- Мощность до 520 Вт
- Термовоздушный паяльник: темп. нагрева до 500 °C / поток до 24 л/мин
- Низковольт. монтажный паяльник (до 480 °C)
- Демонтажный вакуумный паяльник (до 480 °C)
- Большой выбор наконечников для всех видов плат
- Простое управление





ATP-4302

- 2 канала в 1 корпусе (монтаж/демонтаж)
- Цифровое управление
- Два двойных ЖК-дисплея
- Температурный диапазон 160...480 °C
- Низковольтные паяльники 24 В
- Мощность паяльников (монтаж/демонтаж) 60/80 Вт
- Макс. потребляемая мощность 210 Вт
- Компактный корпус





ASE-3107



«ИРИТ»: Москва, 115211,
Каширское шоссе, дом 57, корпус 5
Телефон/факс: (495) 344-97-65,
Телефон: (495) 781-79-97, E-mail: irit@irit.ru



Еще больше АКТАКОМ для Вас на сайте www.irit.ru
- *промышленная мебель*
- *антистатические кресла и стулья*
- *бестеневые светильники*
- *радиомонтажный инструмент ...*

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Космонавт Олег Германович Артемьев во время проведения сеанса радиолюбительской связи с борта МКС.

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

СРЕДНЕКВАДРАТИЧНЫЙ ВЧ-ВОЛЬТМЕТР
МОЩНЫЙ РАДИОПЕРЕДАТЧИК НА 136 кГц
МИКРОМОЩНЫЕ СЕТЕВЫЕ БЛОКИ ПИТАНИЯ
ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КУБОМ

Тираж журнала «Радио» № 3 сдан для рассылки подписчикам 04.03.2019 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 22.03.2019 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

За содержание рекламного объявления ответственность несёт рекламодатель.

За оригинальность и содержание статьи ответственность несёт автор.

Редакция не несёт ответственности за возможные негативные последствия использования опубликованных материалов, но принимает меры по исключению ошибок и опечаток.

В случае приёма рукописи к публикации редакция ставит об этом в известность автора. При этом редакция получает исключительное право на распространение принятого произведения, включая его публикации в журнале «Радио», на интернет-страницах журнала, CD или иным образом.

Авторское вознаграждение (гонорар) выплачивается в течение двух месяцев после первой публикации в размере, определяемом внутренним справочником тарифов.

По истечении одного года с момента первой публикации автор имеет право опубликовать авторский вариант своего произведения в другом месте без предварительного письменного согласия редакции.

В переписку редакция не вступает. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 01580-19

MWC Барселона — 2019

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Не пытайся сделать добра больше, чем люди способны выдержать".

(Томас Джефферсон (1743—1826), президент США)

Очередная и крупнейшая международная выставка мобильной техники Mobile World Congress 2019 (MWC 2019), официально именуемая с этого года просто MWC Barcelona, проходила с 25-го по 28 февраля и, как всегда, была посвящена коммуникациям будущего — хотя бы того, что наступит сразу же после выставки. А самую большую площадь Fira de Barcelona в этом году заняла компания Huawei. Причём многие компании провели презентации своих новинок заранее в "нулевой" и даже "минус первый" дни. Главные темы были анонсированы заранее: сети и смартфоны 5G (а также все остальные смартфоны, от самых тонких и самых больших до складывающихся вместе с экранами), компьютеры, искусственный интеллект (ИИ), Интернет вещей, носимая электроника, потребительская робототехника и тренды, тренды и ещё раз тренды. С них и начнём.

Главным событием MWC всегда была собственно мобильная связь. Заявления о повсеместном развёртывании крупномасштабных сетей 5G, конечно, были, но пока в стадии 5G NR, они способны дать лишь более скоростной Интернет, а не заявленное ранее улучшение многих отраслей жизни современного человека. Зато ожидается, что в 2019 г. более 50 стран запустят сети 5G в ожидании всех обещанных разработчиками сервисных благ. В подкрепление сказанного на MWC была продемонстрирована работа нескольких приложений в сетях 5G: звонки с использованием голографических изображений и совершение покупок с элементами дополненной реальности (главное, чтобы эта дополненная реальность не пропадала после покупки вместе с качеством продукта).

Наибольшую заинтересованность в популяризации сетей 5G проявляет Qualcomm. Даже 2019 год компания объявила "Годом 5G". Компания Huawei инвестирует в технологии 5G уже более десяти лет и считает, что опережает конкурентов минимум на 12 месяцев и уже получила более 2570 основных патентных лицензий, подписала более 30 коммерческих контрактов 5G, и уже более 40 000 базовых станций 5G были отгружены заказчикам по всему миру. В своё время технологиям 3G потребовалось десять лет, чтобы набрать 500 млн пользователей. Сети 4G справились с этим за пять лет. Huawei считает, что в сетях 5G будет более 500 млн пользователей уже через три года. Наблюдатели отмечают, что запрет оборудования Huawei в США приведёт к повышению стоимости строительства сетей для американских операторов, замедлению темпов развёртывания 5G, а также нанесёт ущерб экономике страны и в конечном итоге повлияет на права американцев пользоваться сетями 5G.

Сети 5G будут предоставлять гигабитные скорости передачи информации, и это означает, что базовые станции 5G должны соединяться каналами связи с феноменальной пропускной способностью. А Китай, кстати, собирается контролировать бо́льшую часть мирового потока онлайн-услуг с высокой пропускной способностью — это новые отрасли, основанные на непосредственном общении людей и машин, которые обеспечат новые рабочие места и возможности в будущем. К примеру, китайская инициатива "Пояс и дорога", поддерживающая инфраструктурные и инвестиционные проекты почти в 70 странах, будет иметь

серьёзные последствия для 40 % мирового экономического производства. Важно отметить, что каждая из многих трансевразийских железнодорожных линий, которые являются частью этого гигантского проекта, будет включать в себя параллельную прокладку волоконно-оптических кабелей.

Китай также планирует развернуть оптоволоконные соединения в 80 % домов в стране. Важной особенностью сетей 5G является предоставление компаниям-операторам возможности более эффективно монетизировать свои услуги, чтобы они никогда больше не воспринимались онлайн-бизнесом, которым они не управляют как "тупыми трубками". Для операторов связи или сетевых провайдеров серьёзное функциональное преимущество технологии 5G — возможность довольно простого разделения сети на законченные фрагменты, что позволит операторам оперативно создавать несколько настраиваемых виртуальных частных сетей для конкретных клиентов или приложений. Это сформирует основанную на услугах, идеально оплачиваемую экосистему, которая будет сильно отличаться от мира 4G и в которой виртуальным оператором сможет стать каждый.

Как считают специалисты, Huawei и, возможно, несколько других китайских компаний будут контролировать, какие сервисы с богатым объёмом данных (например, логистика, телемедицина, образование, виртуальная реальность, телеприсутствие) могут выйти через 5G на мировой рынок. Это означает, что Китай, благодаря действиям своих 5G-операторов, постепенно сможет заместить на этом рынке американские компании. Быть может, в этом и есть настоящая причина введения в США ограничений для продукции и работы китайских компаний? Собственно, Китай уже делает это внутри своей страны, а упомянутая инициатива "Пояс и дорога" позволит Китаю сделать это на огромных территориях. По сути, в Китае будет создан собственный экстерриториальный Интернет ИТ-услуг, многие из которых мы сейчас даже не можем себе представить.

Компания Cisco продемонстрировала широкий набор продуктов и решений, помогающих поставщикам услуг и корпоративным клиентам внедрять и монетизировать сервисы на базе технологии 5G. В частности, Cisco продемонстрировала оборудование Wi-Fi 6 с новыми решениями, построенными на той же основе, что и 5G. Точнее, это новое имя стандарта, который ранее был известен под названием 802.11ax. Отныне и предыдущие версии также получат более удобные обозначения. 802.11ac превратится в Wi-F 5, а 802.11n — в Wi-Fi 4. Сеть стандарта Wi-Fi 6 может обеспечить пропускную способность в 3—4 раза выше, чем у предыдущих стандартов Wi-Fi, задержку менее миллисекунды (это крайне важно при работе с сетями 5G) и поддерживать до 70 устройств на площади 100 м^2.

Согласно недавнему исследованию Cisco VNI Global Mobile Traffic Forecast, к 2022 г. соединение в сети 5G в среднем будет генерировать почти в три раза больше трафика (22 Гб/месяц), чем соединение в сети 4G (8 Гб/месяц). Это означает, что провайдеры должны расширять свои сети для поддержки растущего объёма передаваемых данных. В то же время им необходимо инвестировать и новые услуги на базе 5G, чтобы сохранить свою конкурентоспособность. Соответственно, в течение следующих трёх лет Cisco планирует выделить 5 млрд долларов США через программу Cisco Capital на поддержку своих клиентов в переходе на 5G. В общем, клиенту надо помочь окунуться в новые сети, а уж потом он из них всё равно никуда не денется.

Впрочем, запуская сети 5G, надо быть уверенным, что граждане держат в руках соответствующие абонентские устройства. Наверное, именно поэтому в 2019 г. MWC дала серьёзный крен в сторону смартфонов, презентовав всё то, что производители попридержали, не выставив в Лас-Вегасе на недавней CES'2019. Перед началом выставки Huawei провела зрелищную презентацию своего смартфона Mate X, который СМИ и эксперты назвали самым ожидаемым событием. Он стал первым в мире смартфоном, который может поддерживать сеть 5G. Mate X имеет единый дисплей и складывается экраном наружу, при этом задняя и передняя части могут работать независимо друг от друга. А в раскрытом состоянии он представляет собой планшет с диагональю восемь дюймов. Собственно, каждый посетитель выставки про себя отметил, что это больше, чем у конкурирующего смартфона Samsung Fold. По всему получается, что теперь уже Huawei, а отнюдь не другие известные бренды, является главным ньюсмейкером на рынке смартфонов.

Кстати, в своём интервью уже после MWC исполнительный директор Huawei Юй Чэндун пообещал, что Huawei опередит Samsung и возглавит индустрию смартфонов уже в следующем году. А Apple в текущем году не представит смартфон со сгибающимся экраном, так что Huawei точно опережает её в плане инноваций. Был затронут и вопрос дороговизны Huawei Mate X, который при цене 2300 евро нельзя назвать смартфоном для широкой аудитории. Юй Чэндун заверил, что через год-два подобное устройство будет стоить уже 1000 евро. А когда на рынок массово выйдут остальные производители смартфонов, такие смартфоны уже будут предлагаться по 500 евро. С другой стороны, как долго будут служить складные экраны по сравнению с обычными?

Новый флагман Samsung выйдет в трёх вариантах: Galaxy S10 Plus, S10 и S10e. Старшая модель будет иметь 6,3-дюймовый дисплей с разрешением 3040×1440, дактилоскопический сенсор в экране, двойную фронтальную камеру (10 Мп f/1.9 + 8 Мп f/2.2), поддержку быстрой беспроводной зарядки, тройную основную камеру (телеобъектив на 12 Мп, обычный широкоугольный объектив на 12 Мп с углом обзора 77° и сверхширокоугольный объектив на 16 Мп с углом обзора 123°) и возможность реверсивной зарядки аксессуаров.

Изначально ходили слухи о том, что LG представит на MWC свой гибкий смартфон, но затем стало известно, что вместо этого корейцы сделают акцент на 5G, показав смартфон V50 ThinQ. Ещё одна модель, LG G8, осталась без 5G, но удивила фронтальной камерой с технологией ToF (Time-of-Light), призванной повысить точность и скорость разблокировки по лицу. Уникальность ToF заключается в создании 3D-модели лица пользователя путём захвата отражающегося от объекта инфракрасного света. Помимо увеличившихся скорости и эффективности, новый сенсор обладает меньшим энергопотреблением. Вторым эксклюзивом является встроенная в дисплей динамическая головка. Впервые фирменная технология Crystal Sound OLED появилась в 2017 г. и ранее применялась только в прототипах безрамочных телевизоров и осветительных панелей.

Если отвлечься от 5G, то среди рекордсменов в других номинациях — смартфон Nokia 9 PureView, у которого семь (!) камер на задней панели. При совместной работе сенсоры с оптикой Zeiss (пять обычных и два монохромных, каждый по 12 Мп) могут создавать снимки сверхвысокого разрешения (до 60 Мп), а также позволяют получать снимки с очень высоким динамическим диапазоном и с возможностью постфокусировки.

Китайская компания OPPO представила первую в мире технологию десятикратного зума без потери качества для смартфонов. Это стало возможным благодаря использованию тройной камеры, в которой основной объектив дополнен телефотообъективом и сенсором со сверхшироким углом обзора. Чтобы добиться большого фокусного расстояния, не меняя дизайн и форму корпуса смартфона, инженеры использовали конструкцию, напоминающую перископ. Кроме того, в призму была встроена система оптической стабилизации, позволяющая избежать смазанных кадров путём компенсации тряски смартфона во время съёмки.

Запуск сетей 5G откроет новые фотовозможности для гаджетов. Высокая скорость интернет-соединения позволит в облаке выполнять компоновку и ретушь изображений с использованием ИИ для достижения эффекта съёмки на зеркальный фотоаппарат. При компоновке соседние кадры накладываются друг на друга пересекающимися областями, создавая одно цельное изображение. Параллельно с этим будут использоваться различные способы обработки, такие как анализ параметров фотокамеры и трансформация изображений. Так, система ИИ OPPO сможет использовать характеристики снимков, сделанных с помощью зеркальных камер.

Также OPPO объявила о выпуске первого 5G-смартфона и начале подготовки к развёртыванию сетей 5G в рамках проекта OPPO 5G Landing Project. Для этого компания заручилась поддержкой четырёх операторов сотовой связи: Swisscom (Швейцария), Telstra



(Австрия), Optus (Австрия) и SingTel (Сингапур).

Компания Lenovo привезла гигантский смартфон Tab V7, оснащённый семидюймовым дисплеем с соотношением сторон 18:9, стереосистемой с поддержкой объёмного звучания и аккумулятором большой ёмкости с поддержкой быстрой зарядки.

Немало удивила посетителей MWC своим простым, как танк Т-34, решением компания Energizer, которая привезла по меткому высказыванию неизвестного журналиста "аккумулятор со встроенным смартфоном". На самом деле это и есть смартфон, но выглядит он как Power Bank толщиной в два пальца с Full HD экраном. Зато ёмкость батареи — целых 18 А·ч, что в пять раз больше ёмкости аккумулятора Samsung Galaxy S10 и в семь раз — iPhone XS. Зарядки должно хватать на четыре дня беспрерывных разговоров или два дня просмотра сериалов, а разряженным "кирпичом" вполне можно отбиваться в тёмных подворотнях. Внутри находится почти флагманское "железо" — процессор MediaTek Helio P70, с 6 ГБ оперативной и 128 Гб постоянной памяти. Двойная селфи-камера "выезжает" из корпуса. Цена Energizer Power Max P18K Pop — около 600 евро, а продажа начнётся летом. Собственно, в городе, где легко найти розетку, такой смартфон не нужен (если, конечно, поблизости нет тёмных подворотен), но в дальних походах очень даже может пригодиться.

Китайская компания DOOGEE подхватила затею Motorola и производителей знаменитых швейцарских ножей, представив смартфон с пятью сменными модулями: камерой ночного видения, дополнительной батареей на 5000 мА·ч, цифровой радиостанцией, геймпадом и модулем 5G. Четыре основных модуля плюс смартфон продаются в версии S90 Super и поставляются в специальном боксе ценой за комплект 699 долл. Пятый, с модемом MediaTek 5G, стоит 99 долл. США. Все модули можно собрать отдельно. В общем, этакий "швейцарский нож" — по цене Samsung Galaxy S10.

Ещё один пример из мира удивительных смартфонов продемонстрировал производитель Bullit Group, который закапывал смартфоны CAT и Land Rover в песок, заковывал в лёд и вмонтировал в пол. Посетители MWC прыгали на этих девайсах, стучали по ним каблуками, но ничего не разбилось.

Вслед за смартфонами идут часы-смартфоны. Южнокорейский стартап VOIXATCH демонстрировал умные часы, похожие на Android Wear, только очень громоздкие. Оказалось — это целый трансформер, который поддерживает LTE, ещё в него можно вставить Sim-карту и звонить. Чтобы не говорить прямо в часы, с них снимается безель (обвод вокруг циферблата) со встроенным микрофоном и динамической головкой и надевается на ухо.

Часы с гибким четырёхдюймовым OLED-дисплеем Nubia Alpha (бывший бренд ZTE) оборачиваются вокруг запястья. Nubia Alpha поддерживают LTE, их встроенной памяти хватит на 4 Гб музыки, есть также камера на 5 Мп, но цена — от 449 евро.

Отвечающая за создание стандартов карт памяти некоммерческая организация SD Association презентовала новый формат microSD Express. Он получил второй ряд контактов и поддержку интерфейсов NVMe 1.3 и PCIe 3.1, применяемых в высокоскоростных твердотельных накопителях для персональных компьютеров. Таким образом, новые миниатюрные карты памяти обеспечат передачу данных на гораздо более высоких скоростях.

И ещё о памяти. С учётом продолжающегося роста потребительского спроса на контент в высоком качестве компания Western Digital представила, как она заявила, самую высокоскоростную карту памяти UHS-I microSD ёмкостью 1 Тб. Новинка отличается также высокой скоростью работы (160 Мбит/с) и предназначена для записи и перемещения огромных объёмов фотографий и видео в высоком качестве на смартфонах, дронах и экшн-камерах. Высокие скорости передачи данных в новых картах достигаются благодаря использованию запатентованных технологий флеш-памяти Western Digital. Новая карта SanDisk Extreme также будет доступна в модификации с ёмкостью 512 ГБ и будет поддерживать спецификации A2 для запуска и загрузки приложений с высокой скоростью.

А теперь о том, что ещё придумали креативные инженеры из мобильной индустрии. Теперь они заинтересовались встраиванием в свои устройства ИИ.

Снабжённая ИИ зубная щётка Genius X от Oral-B собирает информацию о чистке зубов тысяч людей по всему миру и на основе статистики предлагает оптимальный вариант для конкретного человека. Умная щётка подключается к смартфону и показывает, сколько времени нужно уделять каждому участку и с каким давлением нажимать на зубы. Старт продаж — в июле, цена пока неизвестна, но явно будет в разы дороже обычных щёток.

А вот гетры Oliver предназначены для футболистов. Внутрь вставляется специальный модуль, который собирает информацию о силе удара по мячу, скорости и интенсивности бега и дриблинга, траектории движения игрока по полю. В модуль встроены GPS, трехосевой акселерометр и гироскоп, а батареи хватает на десять часов работы. Вся статистика передаётся на смартфон или планшет, а уже тренер решает, что со всем этим делать. Ожидаемая цена — 199 евро.

Шведская компания Einride привезла необычный стенд — игровой руль, педали и несколько мониторов. Они нужны для управления настоящим грузовиком, который удалён на 2000 км от выставки. С помощью девяти мониторов создаётся эффект погружения, на экраны выводится изображение с боковых камер, которые симулируют вид из зеркал заднего вида. Поэтому даже с помощью монитора можно почти полноценно ориентироваться в пространстве. Удалённое управление грузовиком от Einride работает на мощностях 5G-интернета на оборудовании Ericsson. Его скорости хватило, чтобы передать изображение с нескольких камер на машине и управлять без задержек. Любой желающий на выставке в Барселоне мог сесть за стенд и поездить на грузовике, который находится в Швеции на специальной площадке без пешеходов и других автомобилей. Во избежание аварий максимальную скорость ограничили до 8 км/ч.

Mercedes показал свою новую бортовую систему с большим экраном для будущих автомобилей. Прямо на выставке в ней запустили игру Mario Kart, а в автомобиле сделали полное погружение. Руль, коробка передач и педали автомобиля работали в качестве контроллера для игры. Систему освещения и фары тоже синхронизировали с виртуальной машинкой из Mario Kart, ремень безопасности начинал немного сжиматься при столкновении с другими игроками, а кондиционер обдувал лицо со скоростью езды в игре.

Плохая работа кишечника, который перестаёт двигаться и проталкивать остатки пищи — серьёзная проблема, которую призвано ликвидировать устройство Mowoot II, выглядящее как пояс для похудения и работающее по схожему принципу: организации давления на разные точки живота. Специалисты-испытатели сказали, что устройство реально помогает. Очевидно, некоторым помогает даже вид безумно большой цены — 699 евро. Бывалые люди говорят, что на эти деньги можно накупить слабительного на целую армию потенциальных пациентов.

Гарнитура Microsoft HoloLens 2 не предназначена для обычных пользователей, и тому есть две причины. Во-первых, позиционирование: в числе заказчиков Microsoft называет военных, крупные бизнес-организации, а также компании, занимающиеся конструкторскими работами. Во-вторых, цена в 3500 долл. США. HoloLens 2 построена на SoC Snapdragon 850 и оснащена голографическим процессорным модулем (Holographic Processing Unit) второго поколения. Также в конструкции устройства пять микрофонов, аккумулятор, обеспечивающий до трёх часов автономности, адаптер Wi-Fi и порт USB-C. Между тем новинка реально стала лучше предшественницы, появившейся ещё в 2016 г. Увеличилось поле зрения до 57° — в полтора раза больше, чем у модели первого поколения. Повысилось разрешение экранов до 2K. В устройстве появилась современная камера ToF, более точная и быстрая. Новые датчики в носовой части автоматически идентифицируют пользователя, ориентируясь на эти данные, гарнитура автоматически загружает персонализированные настройки. Также предусмотрена система распознавания радужной оболочки глаза, работающая в связке с биометрической идентификацией Windows Hello. Для разработчиков важнее то, чтобы заметно улучшились системы слежения за глазами и движениями.

Камера ToF теперь ориентируется на 21 точку для захвата движений руки. Также в устройстве реализована система голосового управления с помощью фирменного ассистента Cortana.

Компания Samsung представила линейку потребительской робототехники Bots. Вот Samsung Bot Chef — роботизированный помощник шеф-повара с необычным дизайном и продвинутой начинкой. Комбинация программируемой платформы SARAM и манипулятор в форме руки с шестью степенями свободы позволяют ему выполнять широкий спектр задач по готовке блюд, включая измельчение, взбивание и очистку. Робот способен автономно распознавать местонахождение предметов. Управление рукой осуществляется голосовыми командами. При необходимости можно обучить робота дополнительным умениям, загрузив их из специальной экосистемы. За безопасность совместной работы Samsung Bot Chef и человека отвечает сложная комбинация датчиков с ИИ-алгоритмами.

Chef Garden представляет собой умную роботизированную ферму, производящую свежие фрукты и овощи независимо от времени года. После интеграции с хранилищем продукции Samsung Family Hub она использует уже подключённые к холодильнику источники питания и воды. Выращивание продуктов производится в стерильных условиях с помощью технологии туманопоники (создание питательного тумана) и специальных капсул с семенами. Ферма самостоятельно контролирует условия роста, анализирует показатели растений и прогнозирует время сбора урожая. Робот также может порекомендовать рецепт на основе уже созревших фруктов и овощей и других продуктов из холодильника.

Экзоскелет Samsung GEMS предназначен для помощи людям с ограниченной мобильностью. Поддерживая суставы нижних конечностей владельца (с помощью устройств для бёдер, коленей и голеностопов соответственно), GEMS синхронизирует свои движения с человеком, облегчая процесс ходьбы. Система способствует отталкиванию при движении вперёд и предотвращает свисание стопы.

В отличие от стационарных аналогов, Samsung Bot Air способен определить источник загрязнённого воздуха с помощью системы датчиков, переместиться к нему и приступить к очистке. Об окончании процесса (или сильном загрязнении) бот сообщит с помощью световой индикации. В общем, курить поблизости от него никто не решился.

Интерактивный роботизированный пылесос Bot Clean оснащён дисплеем, "глаза" которого сигнализируют об изменении статуса устройства. Система датчиков LiDAR обеспечивает автономное перемещение гаджета по комнате с помощью алгоритма SLAM (синхронная локализация и картографирование), сканирующего пространство для определения оптимального маршрута перемещения.

Цифровая трансформация, в которую окунулось прогрессивное человечество, не обошла своим вниманием и MWC. Подразделение корпоративных решений Huawei Enterprise представило "цифровую платформу" (digital platform), "доступ из любой точки" (ubiquitous connectivity), "повсеместный интеллектуальный сбор и обработку данных" (pervasive intelligence). В эпоху перемен и цифровой трансформации корпоративный сектор должен повышать собственную операционную эффективность, совершенствуя бизнес-процессы и внедряя новые технологии. Говорят, что пока это единственная платформа в мире, которая поможет компаниям интегрировать облака, ИИ, Интернет вещей (IoT), Big Data, конвергентную связь и видео. Она подходит для использования как крупному бизнесу, так и средним и малым компаниям. В частности, для финансового сектора, нефтяной отрасли и промышленности Huawei создала самые быстрые в мире хранилища данных OceanStor Dorado All Flash, а также базовое решение OceanStor Dorado3000 V3.

Компания Lenovo представила пограничный сервер ThinkSystem SE350, лишь немного превосходящий по габаритам известные ноутбуки ThinkPad. Это специализированное устройство, вдвое более узкое и значительно более короткое, чем традиционные серверы, появится в продаже уже этим летом. Компактные габариты делают его идеальным решением для развёртывания ИТ-инфраструктур в ограниченных пространствах. Особенно там, где не доверяют "облакам" свои корпоративные данные.

Компания SAP SE представила технологию SAP Leonardo IoT для цифровой трансформации в области промышленного Интернета вещей и индустрии 4.0. Система интегрируется с Microsoft Azure IoT Hub для дополнительных возможностей подключения и управления различными устройствами. Используя SAP Leonardo IoT, компании смогут быстро создавать инновационные бизнес-процессы, опираясь на интеллектуальные и операционные данные датчиков, цепочек поставок, потребителей и партнёров.

Поскольку концепция умных городов сейчас актуальна во всех странах мира, Huawei во время MWC продемонстрировала посетителям выставки цифровую платформу умного города, которая объединяет IoT, Big Data, географические данные, видео и конвергентные коммуникации, позволяющие обслуживать сразу несколько объектов. В настоящий момент 211 компаний из списка Fortune Global 500, в том числе 48 из первой сотни, и более чем 700 городов по всему миру выбрали Huawei Enterprise своим партнёром в области цифровой трансформации.

К примеру, первый в мире коммутатор для центра хранения и обработки данных на базе ИИ CloudEngine16800 от Huawei увеличивает возможности хранения данных на 30 %, а вычислительные способности ИИ — с 50 до 100 %. При этом производительность коммутатора CloudEngine16800 превышает среднее значение по отрасли в пять раз.

Примечательно, что в 2018 г. Huawei заняла пятое место в мире по инвестициям в технологии, которые составили порядка 20 млрд долл. В течение последующих пяти лет компания планирует инвестировать в исследования и разработки более 100 млрд.

В общем, никаких чудес. Если надо выйти в лидеры ИКТ-отрасли, рецепт известен: желание, компетенции, инженеры и, разумеется, деньги. Если они, конечно, на эти цели имеются. Но для начала, наверное, — всё-таки желание.

*По материалам **Wired, The Verge, iXBT, 4PDA, Engadget, computerra.ru, pcweek.ru, mforum.ru, pcnews.ru, capital.kz, Huawei, Samsung, LG, Cisco, Nokia, Energizer, SAP, Microsoft, Lenovo, Qualcomm***

Полюс истины

И. РОГОВ, г. Ростов-на-Дону

Статья А. Петрова "Первый полюс в АЧХ и его влияние на параметры усилителей с общей ООС", опубликованная в журнале "Радио" (2018, № 10, 11), вызвала оживлённую дискуссию. Предлагаем вниманию читателей мнение, своего рода рецензию на эту статью, одного из авторов нашего журнала.

В октябрьском и ноябрьском номерах журнала "Радио" за прошлый год была опубликована статья А. Петрова "Первый полюс в АЧХ и его влияние на параметры усилителей с общей ООС" [1]. Речь идёт об усилителях мощности звуковой частоты (УМЗЧ), охваченных глубокой отрицательной обратной связью (ООС). В таких усилителях значительной проблемой является обеспечение устойчивости. И один из самых простых, но в то же время действенных способов обеспечения устойчивости — смещение первого полюса АЧХ усилителя с разомкнутой ООС вниз по частоте [2—4]. Подобная коррекция называется однополюсной либо коррекцией с использованием доминантного полюса. Смещение первого полюса в низкочастотную область повышает устойчивость, но снижает глубину ООС на высоких частотах, что негативно сказывается на параметрах усилителя, поэтому частоту первого полюса стараются выбрать как можно более высокой, но без ущерба для устойчивости усилителя. Поиск такого компромисса — один из этапов разработки УМЗЧ. Этот способ коррекции известен уже более полувека, и с тех пор ничего принципиально нового практически и не придумано.

Так о чём же статья А. Петрова? Если судить только по названию, не читая статью, можно предположить два варианта:

1. Статья предназначена для начинающих, в ней разбираются все аспекты "за и против" такого рода коррекции.

2. Статья для опытных радиолюбителей, в ней предложены новые исследования и способы повышения устойчивости при сохранении высокой частоты полюса.

Однако после прочтения оказалось, что всё совсем не так. Автор просто сравнивает параметры двух УМЗЧ с разными частотами первого полюса и показывает, что параметры усилителя с более высокой частотой полюса лучше! Но это уже давно известно, в этом нет ничего нового, для чего такая статья? Автор критически отзывается о применении ООС, так, может быть, статья написана для дискредитации применения ООС в УМЗЧ, как это сейчас модно в кругах, рекламирующих дорогую аудиотехнику?

На самом деле не важно, каковы цели статьи. Но некоторые неточности и, на мой взгляд, ошибочные суждения автора могут дезориентировать читателя. Давайте проанализируем статью на предмет только лишь серьёзных заблуждений автора, не обращая внимания на ряд декларируемых "аудиофильских" домыслов.

Во-первых, использование компьютерных симуляторов. В этой и в других статьях, опубликованных в различных изданиях, А. Петров бесконечно доверяет результатам моделирования, объявляя их абсолютной истиной. Он не учитывает, что компьютерное моделирование — это лишь расчёт по определённым упрощённым формулам с применением не всегда лучших (зачастую просто универсальных) методов вычислений. Поэтому в "тонких моментах", которые пытается исследовать автор, результаты моделирования могут значительно расходиться с реальностью. Кроме того, правильно анализировать результаты собственных вычислительных экспериментов автору удаётся далеко не всегда.

Итак, в качестве первого усилителя с низкой частотой первого полюса автор выбрал "безупречный усилитель" Дугласа Селфа [2], схема которого приведена на рис. 1 в статье [1]. Автор попытался построить АЧХ усилителя, чтобы определить частоту полюса. Ему это не удалось: частота полюса оказалась ниже частоты ФВЧ, образованных входным конденсатором УМЗЧ и конденсатором в цепи ООС (C1 и C3 на рис. 1 в статье [1]). В результате частота первого полюса так и осталась неизвестной. То есть автор статьи производит сравнение двух устройств, у одного из которых основной параметр неизвестен! И не принимает никаких мер для того, чтобы этот неизвестный параметр определить. При умении пользоваться компьютерными симуляторами совершенно очевидно, что входной конденсатор C1 в компьютерной модели вообще не нужен, а ёмкость конденсатора C3 можно увеличить настолько, чтобы частота среза образованного им фильтра стала достаточно низкой и не мешала измерениям (результаты компьютерного моделирования различных параметров и характеристик я буду для краткости называть измерениями, поскольку это и есть виртуальная аналогия реальных измерений). Но автор этого не сделал, поэтому, по моему мнению, рис. 2 в статье не имеет никакого смысла, поскольку не содержит нужной информации.

Дальше автор определяет выходное сопротивление усилителя на разных частотах (из-за уменьшения глубины ООС на высоких частотах выходное сопротивление усилителя растёт). Для этого он строит график усредняемого напряжения, делённого на усредняемый ток от времени (!), — на рис. 4 в статье указана формула, по которой строится график: RMS(V(OUT))/RMS(I(RL)). Получается колебательная кривая, плавно затухающая до определённого значения, подобно красной линии на **рис. 1**. Автор пишет: "... *установление значения выходного сопротивления носит выраженный колебательный характер. В момент подачи испытательного напряжения выходное сопротивление изменяется скачком и выходит на установившееся значение с задержкой более периода*". Правда состоит в том, что выходное сопротивление усилителя — величина постоянная (на фиксированной частоте). Оно не может изменяться во времени ни скачком, ни как-либо ещё. Сопротивление — оно просто есть, и понятие "установление значения" к сопротивлению в принципе не применимо! Истинная причина такого поведения сопротивления заключается в том, что автор строит график времени для усредняемого во времени параметра — среднеквадратического значения. Особенность математической реализации симуляторов состоит в том, что усреднение производится по мере вычисления самого определяемого параметра, так как все графики строятся во времени одновременно. Поэтому каждая новая точка графика среднего значения строится по всё большей совокупности точек усредняемого параметра. В результате получается интеграл с переменным верхним пределом — он **всегда** имеет вид затухающего колебания! Пример подобного усреднения показан на рис. 1. Синяя линия — усредняемая синусоида, а красная — результат её усреднения во

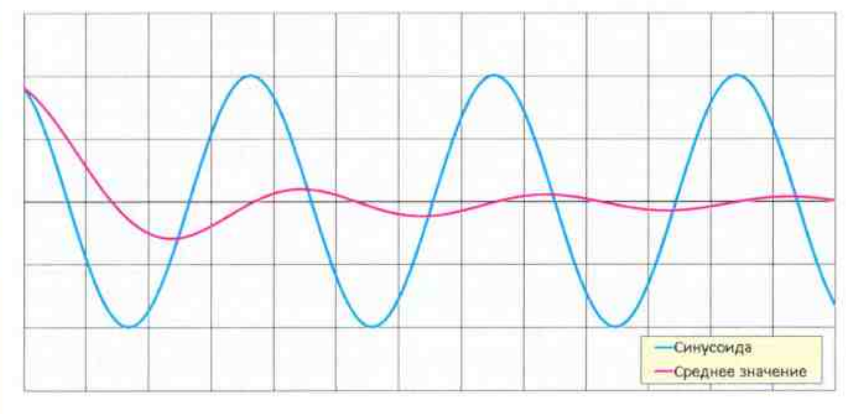


Рис. 1

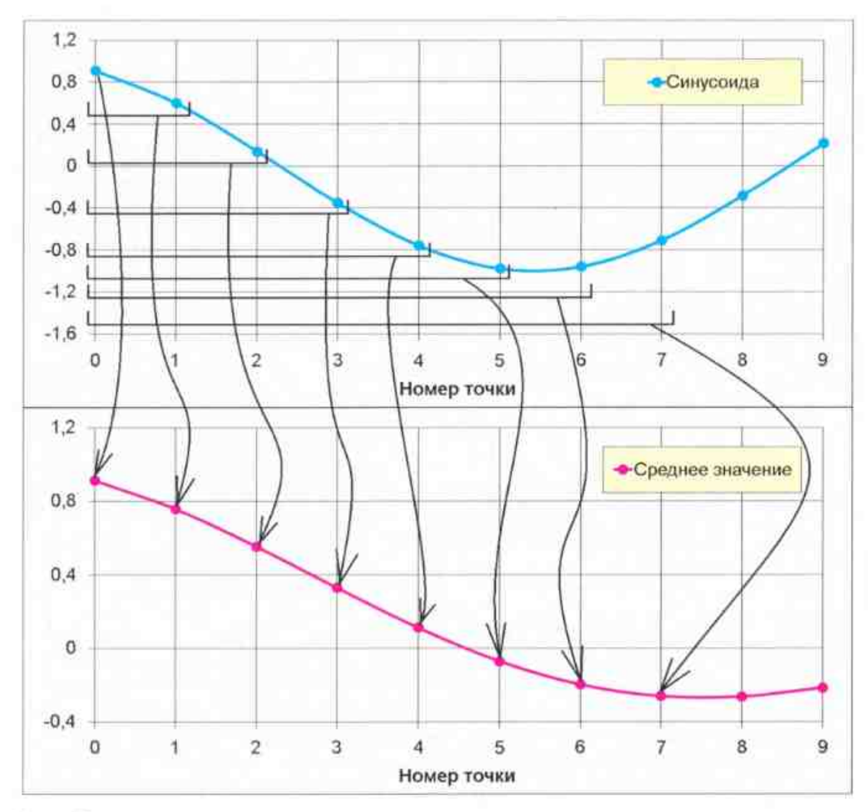


Рис. 2

времени, стремящийся к нулю по мере "накопления информации". Для большей наглядности на **рис. 2** показан процесс усреднения. Точка 1 результата получается усреднением первых двух точек исходной функции. Точка 2 результата получается усреднением первых трёх точек исходной функции. Точка 3 — четырёх, и так далее. В результате все выводы, сделанные автором относительно выходного сопротивления усилителя, происходят из его недопонимания принципов компьютерного моделирования.

Но тем не менее А. Петров находит правильные результаты — "установившиеся" значения на частоте 20 Гц выходного сопротивления равны 0,12 мОм, на частоте 20 кГц — 6 мОм. Он делает вывод: *"А так как выходное сопротивление усилителя включено последовательно с нагрузкой, то его характеристики не могут не отражаться на качестве звукоусиления"*. Очень обоснованный и конкретный вывод, не так ли? Однако этот вывод сделан в духе недобросовестной рекламы аудиоаппаратуры, когда с помощью таких вот намёков третьестепенные незначительные параметры превозносятся до наиважнейших, чтобы их "нормализацией" оправдать заоблачные цены: "... *один из параметров, которым сегодня гордятся некоторые разработчики своих усилителей ..., — это постоянство выходного сопротивления во всей полосе ЗЧ"*.

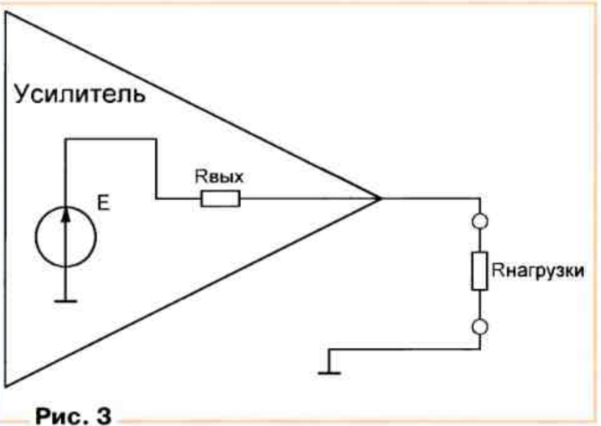


Рис. 3

Давайте разберёмся, что же имеет в виду автор, говоря о разнице выходного сопротивления на разных частотах, и как это отразится на звуке. Согласно теореме об эквивалентном генераторе (на Западе она известна как теорема Тевенина), любое электронное устройство можно представить как источник ЭДС, обладающий внутренним сопротивлением, к которому подключена нагрузка [5]. Построенная согласно теореме эквивалентная схема усилителя показана на **рис. 3**, на котором Е — выходное напряжение идеального усилителя, Rвых — выходное сопротивление усилителя, Rнагрузки — сопротивление нагрузки (акустической системы). Напряжение на нагрузке меньше выходного напряжения усилителя на величину падения напряжения на выходном сопротивлении усилителя. Так как выходное сопротивление на разных частотах различное, то и напряжение на нагрузке также будет зависеть от частоты. Рассчитаем, как соотносятся между собой напряжения на нагрузке на двух крайних частотах звукового диапазона для нагрузки сопротивлением четыре ома:

$$U_{нагрузки} = \frac{E \cdot R_{нагрузки}}{R_{вых} + R_{нагрузки}},$$

$$\frac{U_{20кГц}}{U_{20Гц}} = \frac{R_{вых20кГц} + R_{нагрузки}}{R_{вых20Гц} + R_{нагрузки}} =$$

$$= \frac{0{,}006 + 4}{0{,}00012 + 4} = 1{,}0015 = 0{,}012\ дБ.$$

Итак, зависимость выходного сопротивления усилителя от частоты приводит к тому, что в звуковом диапазоне частот напряжение на нагрузке изменяется на пятнадцать сотых процента, что соответствует 0,012 дБ. Получившееся значение в несколько сотен раз меньше, чем порог чувствительности слуха на этих частотах, и в сто раз меньше, чем неравномерность АЧХ любого усилителя или источника сигнала, не говоря уже о неравномерности АЧХ акустических систем. На более высокоомной нагрузке разница ещё меньше. И где же тут заявленное автором влияние выходного сопротивления на качество звукоусиления? Нет его! Итак, автор либо не умеет определять влияние выходного сопротивления усилителя на усиливаемый сигнал, либо специально опускает этот момент, чтобы раздуть влияние выходного сопротивления усилителя на звукоусиление. Становится очевидным, что производителям нет смысла гордиться постоянством выходного сопротивления во всей полосе ЗЧ. А вот использовать как маркетинговую уловку для объяснения высокой цены усилителя — это возможно.

Далее автор рассматривает "скоростную и векторную" погрешности УМЗЧ. Для чего он это делает? В той книге, которую автор цитирует, говоря об этих погрешностях, в самом первом абзаце написано: "Со скоростной погрешностью сталкиваются те, кто имеет дело с сервомеханизмами" [6, с. 309]. Неужели автор не прочитал эти строки? Также подобные погрешности важны для усилителя осциллографа, там они определяют геометрические искажения. Для звуковых усилителей эти погрешности неактуальны, тем более что задержка 253 нс, полученная автором, для звуковых частот пренебрежимо мала. Да и манипуляции, которые автор проделывает с сигналом, вычисляя эти искажения, весьма сомнительны. А влияние задержки на интермодуляционные искажения — это вообще фантазия: задержка — это **линейные** искажения. Зато у автора появляется возможность похвастаться широтой охвата темы и знанием экзотических погрешностей!

Следующее заблуждение А. Петрова надо рассмотреть особо, поскольку "идея пошла в массы", и уже появляют-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ся её последователи. Цитирую автора: *"Чем больше задержка, тем больше искажён первый период. Посмотрим спектр первого периода сигнала частотой 20 кГц. На рис. 11 показан спектр гармоник сигнала частотой 20 кГц ..., уровень гармоник равен −70 дБ (0,03 %), независимо от уровня выходного сигнала"*. Вам не кажется странным, что уровень гармоник в усилителе не зависит от уровня сигнала? Но в этом случае всё верно: искажения первого периода синусоиды не зависят от амплитуды. Но самое интересное, что они совершенно не зависят и от усилителя! Давайте разберёмся, почему так происходит. Эквивалентная схема усилителя с доминантным первым полюсом показана на **рис. 4**,а [2, 3]. Здесь усилитель A1 — буфер с единичным коэффициентом усиления, нулевым выходным и высоким входным сопротивлениями. Усилитель A2 — идеальный усилитель с коэффициентом усиления, равным коэффициенту усиления моделируемого усилителя и бесконечным входным сопротивлением. Элементы R и C создают первый доминантный полюс усилителя, частота среза образованного этими элементами фильтра равна частоте полюса. Поскольку усилители A1 и A2 идеальные, то этими усилителями можно пренебречь, приняв коэффициент усиления A2 равным единице, что принципиально ничего не меняет. Тогда эквивалентная схема усилителя с генератором входного синусоидального сигнала превращается в обыкновенную RC-цепь (рис. 4,б). Процессы, происходящие в такой цепи, давно изучены и рассматриваются в разделе "Переходные процессы" теоретической электротехники [5].

После замыкания контактов выключателя S напряжение на конденсаторе состоит из суммы двух напряжений: синусоидального, создаваемого источником входного сигнала и являющегося принуждённой составляющей переходного процесса, и затухающей экспоненты, создаваемой заряжающимся конденсатором и являющейся свободной составляющей переходного процесса:

$$U_{вых}(t) = A_1 \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi) + A_2 \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}}.$$

Коэффициенты A_1 и A_2 выражаются через R, C и частоту. Момент времени t=0 соответствует моменту замыкания контактов выключателя S. График напряжений в этой цепи для случая, когда период сигнала равен постоянной времени RC-цепи (одна миллисекунда), показан на **рис. 5**. На нём хорошо видно, что выходное напряжение в первом периоде несинусоидально, что естественно, так как оно — сумма синусоиды и экспоненты. По мере затухания свободной составляющей выходное напряжение превращается в синусоиду, становится симметричным относительно оси времени, и формируется неизменный фазовый сдвиг относительно входного напряжения.

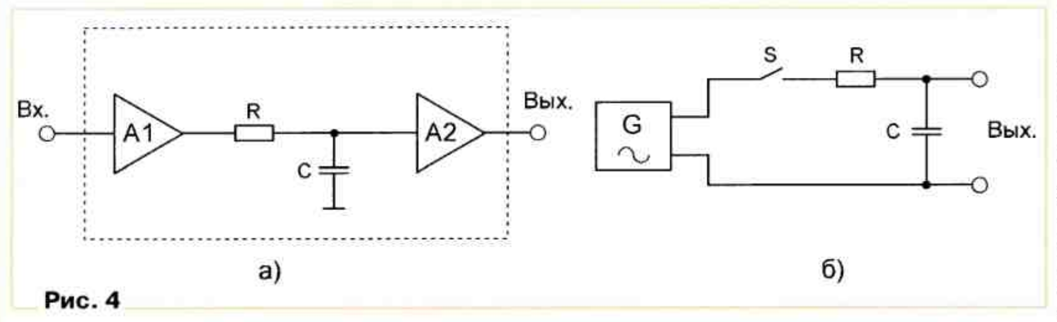


Рис. 4

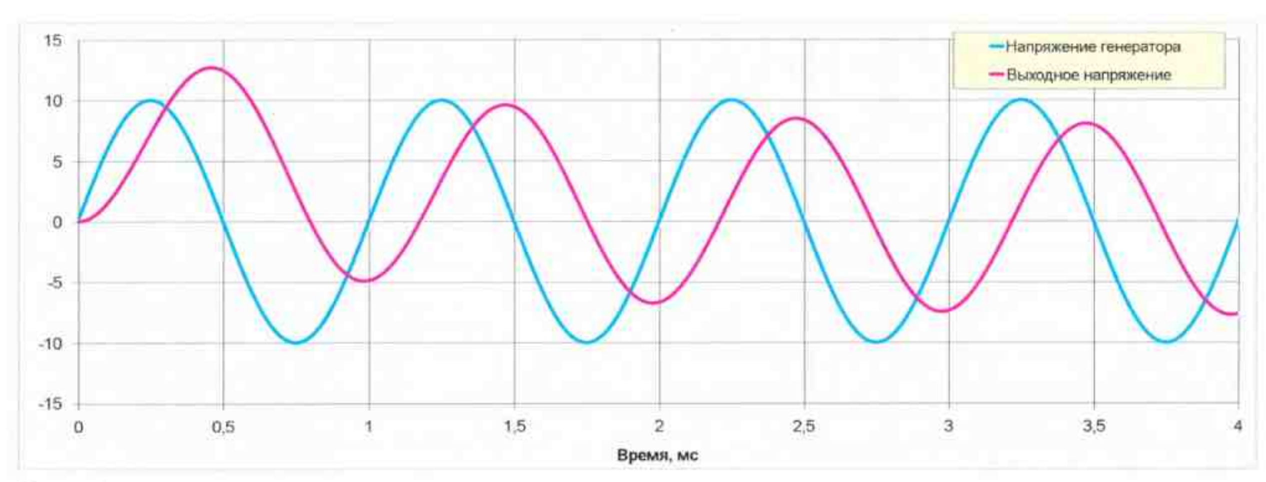


Рис. 5

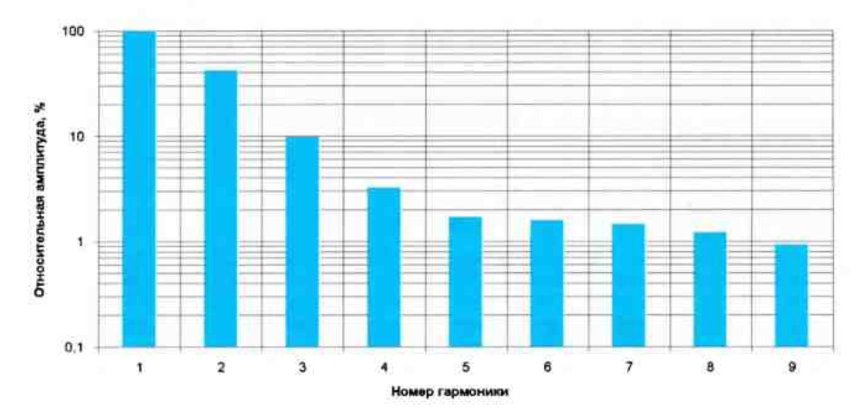


Рис. 6

Первый период выходного напряжения в принципе несинусоидален, поэтому его можно разложить в спектр. Коэффициенты этого разложения, являющиеся амплитудами гармоник, вычисляются аналитически через коэффициенты A_1 и A_2 и зависят только от соотношения периода входного сиг-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

нала и постоянной времени RC. Поэтому он и получился не зависящим от амплитуды. Пример такого спектра показан на **рис. 6**. Значения коэффициента гармоник Кг на рис. 6 отличаются от приведённых автором потому, что программа-симулятор вычисляет Кг для первого периода входного сигнала (в нашем примере это будет одна миллисекунда). Поэтому, несмотря на явно видимую несинусоидальность, значение Кг у автора получилось небольшим (вторая причина — другое соотношение входной частоты и частоты полюса). Спектр, показанный на рис. 6, соответствует полному первому периоду выходного сигнала, имеющему длительность 1,2 мс.

Итак, первый период синусоиды на выходе **любой цепи**, содержащий катушку индуктивности или конденсатор, обязательно несинусоидален. Эта несинусоидальность вызвана переходными процессами в цепи и никак не связана ни с какими свойствами усилителя! Точнее, спектр первого периода однозначно определяется соотношением частоты входного синусоидального сигнала с частотой первого полюса усилителя, но не с его линейностью. Более того, появление экспоненты в переходном процессе вообще не является нелинейностью, это просто призвук! Так что, на мой взгляд, делая выводы, автор не всегда учитывает основы электротехники. И, к сожалению, у А. Петрова нашлись последователи, пытающиеся ввести в обиход новый параметр качества звуковоспроизведения.

Далее автор переходит ко второму из сравниваемых усилителей. И что же оказывается? А оказывается, что второй усилитель собран по совершенно другой схеме! То есть для того, чтобы показать влияние частоты первого полюса на усилитель, автор сравнивает два совершенно разных устройства! Но тогда разница в их свойствах будет в первую очередь определяться разницей в их схемотехнике, и частота полюса оказывается совершенно ни причём. Цитирую: "... *в схеме модели этого модифицированного усилителя ... сделаны следующие изменения ...*", далее следуют двадцать пять (!) строк перечисления внесённых в схему изменений. Эта фраза ставит под сомнение всю статью и соответственно все выводы автора. Поэтому дальнейшая фраза *"Для того чтобы сравнение было максимально корректным, токовые режимы работы каскадов оставлены без изменений"*, на мой взгляд, совершенно неуместна. Тем не менее А. Петров измеряет ряд параметров этого усилителя (правда, гораздо меньше, чем у первого) и делает некие выводы: "... *сравнительные измерения двух моделей УМЗЧ, различающихся в схемотехнике, но с частотой первого полюса АЧХ, вынесенного существенно выше полосы звуковых частот, показали заметное преимущество по целому ряду параметров и характеристик*". Ещё бы! Хотя и здесь не обошлось без нелепостей. Например, автор пишет про второй УМЗЧ: *"Из рис. 15 видно, что коммутационные искажения отсутствуют"*. Но ведь несколькими абзацами раньше он писал: *"Уменьшено в два раза сопротивление эмиттерных резисторов выходных транзисторов ВК, влияющих на коммутационные искажения"*. Как будто он не помнит того, что сам говорил? А в заявлении *"В этом модифицированном варианте УМЗЧ ёмкость обоих конденсаторов увеличена на порядок, что устранило фазовые искажения петлевого усиления"* речь идёт о конденсаторах, создающих в УМЗЧ спад АЧХ в НЧ-диапазоне — входном конденсаторе и конденсаторе в цепи ООС. И в очередной раз автор заблуждается: входной конденсатор УМЗЧ не входит в петлю ООС, поэтому никак не может влиять на петлевое усиление. Таким образом, совершенно очевидно, что способ повышения частоты первого полюса АЧХ, применённый А. Петровым, когда корректирующий конденсатор шунтируется резистором, на самом деле ничего не меняет. Инерционность скорректированного подобным образом усилителя, определяющая его устойчивость и частотные свойства, остаётся неизменной. Снижается лишь петлевое усиление в области низких частот, что повышает уровень искажений на низкочастотном участке. Именно поэтому такой способ "повышения" частоты первого полюса и не используется — это, по моему убеждению, самообман.

Особенную досаду вызывает тот факт, что автор встраивает в статью совершенно антинаучные суждения, безапелляционно утверждая, что "... *корень зла в общей ООС* ... ", — это не просто дезориентирует неискушённого читателя, а, на мой взгляд, наносит прямой вред материалистическому взгляду на электронику.

Итак, резюмируем. Статья оказалась неактуальной, как по своему замыслу — попытка доказать давно известные факты, так и по реализации — сравниваются совершенно разные усилители. Как следствие, я считаю как минимум половину его выводов сомнительными и далёкими от реальности. А некоторые из них, по моему мнению, являются вообще вредными, поскольку порождают ложное понимание процессов, происходящих в УМЗЧ.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Петров А.** Первый полюс в АЧХ и его влияние на параметры усилителей с общей ООС. — Радио, 2018, № 10, с. 14—20; № 11, с. 11—13.

2. **Селф Дуглас**. Проектирование усилителей мощности звуковой частоты. — М.: ДМК Пресс, 2009.

3. **Данилов А. А.** Прецизионные усилители низкой частоты. — М.: Горячая линия — Телеком, 2008.

4. **Хоровиц П., Хилл У.** Искусство схемотехники. — М.: Бином, 2015.

5. **Бессонов Л. А.** Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник. — М.: Гардарики, 2007.

6. **Достал И.** Операционные усилители. — М.: Мир, 1982.

Большое дело

Е. ЯКОВЛЕВ, г. Воронеж

Издавна первое апреля считают днём весёлых шуток и розыгрышей. Мы решили не отставать от традиций и размещаем на страницах нашего журнала историю, произошедшую с радиолюбителем, увлечённым акустическими системами.

Папа Юра любовно погладил отполированную сторону новой колонки, заглянул в глубину рупора, где в центре темнела динамическая головка ручной работы, — сердце звука, прислонился ещё раз к ней щекой, закрыл глаза и сладостно улыбнулся. Не без основания подумав, что это — шедевр. К его созданию он шёл, если не с самого детства, то уж последние полгода точно.

— У-да-лась, — произнёс нараспев папа Юра — Теперь можно и пообедать.

Он сделал шаг в сторону кухни. Но тут же развернулся и ещё раз посмотрел на творение счастливыми глазами мастера. Полуденное солнце заиграло на фактурных боках рупора, покрытых лаком, замешанном на спирте и тушках мексиканских жучков. На мгновение папе Юре показалась, что перед ним сама Венера. Да-да, ему вспомнилась картина знаменитого итальянца, где из пены морской рождалась Красота. Порадовавшись такому сравнению, он в великолепном расположении духа зашагал на кухню, ласково потрепав пятилетнего сына, внимательно изучающего устройство пластмассового грузовика.

— Серёжа, ничего там не трогай, — сказал папа Юра с деланной строгостью. Как и все дети в таком возрасте, Серёжа походил на ангела, а потому покорно прошептал:

— Не буду.

Папа Юра разогрел в микроволновке куриный окорочок и прежде чем приступить к нему, оценил лоснящиеся неровности золотистой шкурки:

— Плоховато отшлифовали, халтурщики!

А потом вдруг улыбнулся своей погруженности в работу и принялся с аппетитом уплетать пищу с видом довольного человека, который сделал большое дело. Разделавшись с окорочком, он налил себе добрую чашку свежезаваренного чая и унёсся мыслями туда, в самое начало работы, к чертежам и деревянным заготовкам, дабы ещё раз всё это заново пережить.

Звук, раздавшийся в следующее мгновение, не был из симфонии Бетховена, не походил на вокал Эллы Фитцджеральд или хрипловатый бас Тома Вейтса. Это был абсолютно немелодичный звук, как будто кто-то разломил сухарь. Этот звук вонзился папе Юре в ухо, в самую барабанную перепонку, варварски прошёл по всему лабиринту, потом спустился по кровеносным сосудам и ткнулся в сердце, отчего папа Юра почувствовал лёгкий холодок, потом словно от брошенного в воду камня волны разошлись по всему телу, и одна из них превратилась в девятый вал, сметающий всё на своём пути. Голосовые связки папы Юры набухли, натянулись и, завибрировав, издали многократно увеличенный внутренними резонаторами крик, переходящий в рёв.

— Не-е-е-т!!!

Он в три прыжка достиг комнаты, где был шедевр. Намётанный глаз в доли секунды пробежал по всей поверхности и остановился в центре рупора. Там, в темноте диффузора, появилась дырочка, сквозь которую виднелся кусочек стены, обласканной солнечным светом. Папа Юра хищническим взглядом ястреба пронзил всё пространство, но в комнате никого не было.

Тогда дом оглушил ещё один рёв:

— Сыно-о-о-к!

Но сынок не откликался. Ибо ангелы не всегда реагируют на наши призывы.

Когда мама Наташа вошла в дом, она увидела папу Юру с табуреткой, высоко поднятой над головой. Кучерявые волосы его распрямились как будто после сеанса шоковой терапии, глаза светились как у Терминатора в Судный день.

— Что-то случилось? — тихо спросила мама Наташа.

— Да-а-а! Он её пробил, полгода ручной работы. Две тысячи баксов, а он пальцем! — И папа Юра выбежал с табуреткой из дома, чтобы там, в мастерской, превратить предмет кухонной мебели в опилки и успокоиться.

Мама зашла в комнату, где стоял раненный шедевр. Она увидела, как сквозь дырочку за ней кто-то наблюдает.

— Серёжа, ну зачем ты это сделал?

Серёжа вышел из убежища, ковырнул пальцем в носу, хитренько прищурился и довольный, как будто сотворил большое дело, вернулся к пластмассовому грузовику.

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

АЛТАЙ. Филиал РТРС "РТПЦ Республики Алтай" проводит строительно-монтажные и настроечные работы по переводу сети эфирного вещания программы "Радио России" с диапазона 65,9...74 МГц на диапазон 87,5...108 МГц.

Для этого специалисты филиала устанавливают современное радиопередающее оборудование производства новосибирского предприятия "Микротек" в шести населённых пунктах Республики Алтай: г. Горно-Алтайск и сёлах Акташ, Онгудай, Турачак, Шебалино, Иогач. Все работы планируется завершить до конца февраля (источник — URL: **http://gorny.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-moderniziruet-set-efirnogo-veshchaniya-programmy-radio-rossii-v-respublike-altay/** (22.02.19)).

18 февраля началась трансляция радиостанции "Радио России" со вставками ГТРК "Горный Алтай" в населённом пункте Акташ. Частота вещания — 102,0 МГц (источник — URL: **http://gorny.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radio-rossii-v-sele-aktash/** (22.02.19)).

АМУРСКАЯ ОБЛ. 11 февраля "Comedy Radio" зазвучало в г. Свободный. Вещание радиостанции осуществляется на частоте 105,2 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/15351** (22.02.19)).

БУРЯТИЯ. Министру цифрового развития России рассказали о проблемах государственного радиовещания в Бурятии. Встреча сенатора Александра Варфоломеева и министра Константина Носкова состоялась 30 января. В ходе неё Варфоломеев попросил министра решить проблему государственного радиовещания и принять меры по его восстановлению в населённых пунктах.

Также сенатор обратился к Носкову с вопросом о том, как будет организовано телерадиовещание в тех населённых пунктах, которые не попадают в зону цифрового вещания.

Во избежание проблем для телезрителей при вхождении в цифровое вещание региональных каналов, по мнению сенатора, необходимо выработать приемлемый механизм (источник — URL: **https://arigus.tv/news/item/124426/** (22.02.19)).

ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛ. С 28 января в г. Череповце вновь звучат программы радиостанции "Шансон-Череповец" на частоте 105 МГц. До 2017 г. станция вещала на частоте 69,77 МГц (источник — URL: **http://35media.ru/news/2019/01/28/v-cherepovec-vernulsya-shanson#.XFCPy36o0xA.vk** (22.02.19)).

С 1 марта началось поэтапное прекращение проводного радиовещания в г. Вологде. Причём Вологда — последний населённый пункт в Вологодской области, где проводное радио до сих пор официально работает. Услугами радиоточек пользуются всего четыре тысячи абонентов, проводная радиосеть обветшала, и оператор не видит смысла в её поддержании. Отключение будет вестись поэтапно (источник — URL: **https://premier.region35.ru/answerquestion/radio-otklyuchayut** (22.02.19)).

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. Православная радиостанция "Вера" в г. Анапе вещает на новой частоте 105,9 МГц с 23 января (источник — URL: **https://vk.com/radio_vera?w=wall-51326921_17473** (22.02.19)).

1 февраля началось вещание радиостанции "Наше радио" в г. Туапсе на частоте 94,2 МГц (источник — URL: **http://multimediaholding.ru/ nachalos-veshhanie-radiostantsii-nashe-radio-v-tuapse-i-mihajlovske/** (22.02.19)).

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Маруся ФМ" появилась с 3 февраля на частоте 107,1 МГц в г. Клине и с 20 февраля на частоте 95,4 МГц в г. Коломне (источники — URL: **https://vk.com/radiomarusyafm?w=wall-144294334_2036** и **https://vk.com/radiomarusyafm?w=wall-144294334_2159** (22.02.19)).

В подмосковных городах Талдоме и Дубне в конце января началось вещание радиостанции "Радио родных дорог" на частоте 91 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_8123** (22.02.19)).

МУРМАНСКАЯ ОБЛ. В соцсетях жители Заполярья активно обсуждают отключение радиостанции "Маяк" в семи заполярных населённых пунктах, они были выключены 1 января. Устаревшие передатчики диапазона OIRT заменят.

По плану в ближайшее время почти во всех муниципалитетах "Радио России" будет вещать в CCIR-диапазоне. Директор филиала РТРС "Мурманский ОРТПЦ" Александр Овчинников сообщает: "В соответствии с согласованными действиями между ВГТРК и РТРС и планами модернизации сети аналогового эфирного радиовещания с 1 января 2019 г. прекращено вещание радиоканала "Маяк" в Териберке, Умбе, Ковдоре, Алакуртти, Варзуге, Туманном и Ура-Губе. В этих населённых пунктах и в некоторых других планируется перевод с "Маяка" на "Радио России". Работы будут проводиться в течение 2019 г. Необходимо выполнить ряд мероприятий, в частности, перенос передатчиков и подготовку новой сетки вещания" (источник — URL: **http://murman.tv/news/76312-radio-rossii-v-fm-diapazone-rasshiryaet-ohvat-veshaniya-v-murmanskoy-oblasti.html** (22.02.19)).

НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛ. Согласно полученной информации от "Нижегородского ОРТПЦ", в рамках проекта ФГУП ВГТРК по переводу региональной сети радиовещания в диапазон CCIR вещание "Радио России" на территории Нижегородской области будет организовано в соответствии с **таблицей**. В настоящее время "Радио России" уже вещает в Нижнем Новгороде и Арзамасе на частотах 93,9 МГц и 106,6 МГц соответственно (источник — URL: **https://vk.com/radionnov?w=wall-24242046_4529** (22.02.19)).

№ п/п	Пункт установки РЭС	Мощность передатчика (запрашиваемая), кВт	Частота, МГц
1	Воротынский р-н, д. Белогорка	0,1	102,2
2	г. Выкса, р. п. Виля	Натурные испытания, подбор частоты	
3	р. п. Ковернино и район	0,1	101,1
4	р. п. Красные Баки и район, с. Чащиха	Натурные испытания, подбор частоты	
5	г. Лукоянов и район	1	103,3
6	г. Павлово и район	Натурные испытания, подбор частоты	
7	г. Саров	0,1	103,5
8	г. Сергач и район	Натурные испытания, подбор частоты	
9	г. Шахунья	1	106,3

ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛ. С 11 февраля эфир радиостанции "Радио Energy" можно услышать в г. Соль-Илецке на частоте 102,7 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/15355** (22.02.19)).

ОРЛОВСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Радио Монте-Карло" с 5 февраля звучит в эфире г. Орла на частоте 104,8 МГц (источник — URL: **https://vk.com/club87728310?w=wall-87728310_963** (22.02.19)).

РОСТОВСКАЯ ОБЛ. С 1 февраля в г. Ростов-на-Дону возвращается московская станция "Радио 7 на семи холмах". Вещать она будет на частоте 89,4 МГц. Эта радиостанция запускается в донской столице уже в третий раз. "Радио 7" уже было в приёмниках ростовчан с лета 2001 г. по осень 2010 г., а также с зимы 2011 г. по весну 2016 г., продвижением станции занимались разные холдинги. На частоте 89,4 МГц "Радио 7 на семи холмах" заменяет автономную местную станцию "Ростов FM", начавшую вещание в 2015 г. (источник — URL: **https://newsdelo.com/2019/01/23/в-ростов-возвращается-радио-7-на-семи-х/** (22.02.19)).

СМОЛЕНСКАЯ ОБЛ. 23 января началось вещание "Радио Дача" в г. Смоленске на частоте 89,9 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5904.htm** (22.02.19)).

Радиостанция "Радиостанция Energy" с 11 февраля — на частоте 89,3 МГц в эфире г. Смоленска (источник — URL: **http://media-fm.ru/enrj/** (22.02.19)).

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ. 1 февраля началось вещание радиостанции "Наше радио" в г. Михайловске на частоте 96,9 МГц (источник — URL: **http://multimediaholding.ru/nachalos-veshhanie-radiostantsii-nashe-radio-v-tuapse-i-mihajlovske/** (22.02.19)).

ТВЕРСКАЯ ОБЛ. В г. Кимры в конце января на частоте 91 МГц началось вещание радиостанции "Радио родных дорог" (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_8123** (22.02.19)).

ТУЛЬСКАЯ ОБЛ. С 11 февраля эфир радиостанции "Радио Energy" можно услышать в г. Ефремове на частоте 107,4 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/15355** (22.02.19)).

ЧУВАШИЯ. В Чувашии 4 февраля состоялось торжественное открытие радиостанции "Мир". Эфир станции будет доступен всем жителям городов Чебоксары и Новочебоксарск на частоте 96,5 МГц (источник — URL: **https://mir24.tv/news/16346578/na-volnah-pozitiva-radio-mir-nachinaet-veshchanie-v-chuvashii** (22.02.19)).

ЯМАЛО-НЕНЕЦКИЙ АО. 1 февраля "Авторадио" начало вещание в семи населённых пунктах ЯНАО. Теперь на частоте 102 МГц программы станции могут услышать жители села Питляр, частота 103,4 МГц охватывает сёла Мужи, Лопхари, Овгорт и Шурышкары, а частота 104 МГц — сёла Азовы и Горки (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/15271** (22.02.19)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

КИТАЙ. Похоже, что Китай запрыгнул в коротковолновое радиовещание "Digital Radio Mondiale" (DRM) сразу двумя ногами. Вообще-то, инфраструктура DRM существует в этой стране уже более десяти лет, но до прошлого года она только иногда тестировалась. Первые регулярные трансляции начались в начале 2018 г. из Пекина.

На сегодняшний момент в КНР развёрнута крупнейшая в мире коротковолновая сеть DRM-передатчиков. Давайте посмотрим на её структуру.

Коротковолновый передатчик в Пекине работает на север Китая почти 24 ч в сутки. Второй пекинский передатчик вещает на восточный Китай по 8 ч в день.

Передатчик вблизи г. Урумчи на западе страны обеспечивает трансляции для центрального и восточного Китая в течение 14 ч в день, в то время как передатчик в Цицикаре (провинция Хэйлунцзян, Маньчжурская равнина) работает более 11 ч в день и покрывает территорию юга и юго-запада Китая.

С острова Хайнань передатчик работает по восемь часов в день на двух частотах для северного и юго-восточного Китая. И наконец, коротковолновый DRM-передатчик, расположенный в г. Куньмине (провинция Юньнань), работает ежедневно по восемь часов для южного Китая.

Таким образом, в настоящее время существует сеть DRM-передатчиков, обеспечивающая покрытие по всей стране. Для сравнения, считавшаяся до сих пор крупнейшей в мире DRM-сеть "Всеиндийского радио" ("All India Radio") на данный момент вещает только 11,5 ч с одного передатчика. Индийская вещательная компания имеет в своём составе ещё три коротковолновых передатчика с поддержкой DRM, но в настоящее время в эфире их нет (источник — URL: **https://www. radioworld.com/news-and-business/china-makes-its-drm-move** (22.02.19)).

Хорошего приёма и 73!

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Активный высокоомный щуп для цифрового осциллографа на микроконтроллере

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Для повышения удобства пользования современными малогабаритными цифровыми осциллографами на основе микроконтроллера автор предлагает оснастить их активным высокоомным щупом, который оказывает меньшее влияние на измеряемые цепи.

Сегодня радиолюбители активно используют недорогие малогабаритные цифровые осциллографы на основе микроконтроллера и ЖКИ. Примером может служить осциллограф DSO138. Он выпускается уже сравнительно давно, и его можно приобрести относительно недорого и как готовое изделие, и как набор радиоэлементов (в том числе и с корпусом) для сборки. К слову, аналогичных осциллографов в продаже, наверное, не менее десятка.

В таких осциллографах обычно использован не самый производительный микроконтроллер, поэтому диапазон рабочих частот, как правило, не превышает нескольких сотен килогерц. Но подобные осциллографы смогут помочь в решении многих радиолюбительских задач. Например, они работают как измерители длительности импульсов, коэффициента заполнения, частотомеры и вольтметры. Повысить потребительские качества таких осциллографов поможет высокоомный щуп, который при проведении измерений оказывает существенно меньшее влияние на контролируемый узел, чем обычный измерительный щуп или щуп с резистивным пробником-делителем.

Для активного щупа был применен ОУ структуры Rail-to-Rail AD823AR, который имеет высокое входное сопротивление 10^{13} Ом (10 ТОм), весьма широкий диапазон частот (частота единичного усиления — 16 МГц), малые напряжение смещения, уровень собственных шумов и искажений, а также способность работать на ёмкостную нагрузку до 500 пФ. Последнее — это то, что как раз нужно при работе на коаксиальный кабель длиной 1...2 м и высокоомную нагрузку (входное сопротивление осциллографа — около 1 МОм). Потребляемый ОУ ток — около 5 мА, что позволит запитать его непосредственно от платы осциллографа.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Поскольку в корпусе микросхемы два ОУ, было решено использовать оба. Первый из них — DA1.1 — работает как повторитель напряжения, а второй — как неинвертирующий усилитель и компенсирует ослабление сигнала в резистивно-ёмкостном делителе R1R2R3R4C1. Но при желании можно использовать и один ОУ. Когда контакты выключателя SA1 разомкнуты, на вход ОУ DA1.1 поступает только переменная составляющая сигнала, когда замкнуты, — ещё и постоянная. Щуп работает без искажений сигнала в интервале входных напряжений от -5 до +5 В.

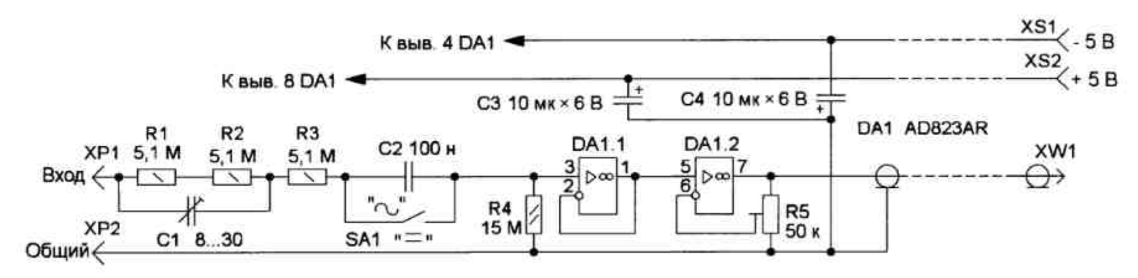


Рис. 1

Рис. 2

Резистором R5 устанавливают общий коэффициент усиления щупа равным единице. Конденсатор C1 — компенсирующий, с его помощью выравнивают АЧХ щупа на верхних частотах. Конденсатор C2 — разделительный, C3 и C4 — блокировочные по питанию. За счёт большого входного сопротивления ОУ общее входное сопротивление щупа на постоянном токе близко к 30 МОм, на переменном оно немного меньше из-за шунтирования резисторов R1 и R2 конденсатором C1. Входная ёмкость щупа — несколько пикофарад.

Большинство элементов смонтированы на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Её чертёж и расположение элементов показаны на **рис. 2**. С помощью отрезков лужёного провода через отверстия в плате и пазы по её краям соединяют металлизированные площадки противоположных сторон.

В щупе применены постоянные резисторы R1—R3 — МЛТ, R4 — КВМ, КИМ, КЛМ, С2-33НВ, подстроечный — PVZ3A. Оксидные конденсаторы — танталовые для поверхностного монтажа типоразмера A или B, конденсатор C2 — для поверхностного монтажа типоразмера 1206, подстроечный конденсатор желательно применить керамический малогабаритный, например CTC-05RSM, у него меньше сопротивление утечки и, как правило, больше номинальное напряжение. Выключатель SA1 — любой малогабаритный движковый или переключатель на два положения.

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru



Рис. 3

Плата размещена в пластмассовом корпусе от шариковой авторучки (**рис. 3**). Собственно щуп XP1 — это стальная швейная игла, припаянная к металлизированной площадке платы. Для движка выключателя (или переключателя) в корпусе сделано прямоугольное отверстие. Сигнальный коаксиальный ВЧ-кабель (любой тонкий гибкий) и два провода питания выведены через отверстие в корпусе со стороны, противоположной щупу. На плате осциллографа DSO138 рядом с входным разъёмом есть контрольные точки — отверстия, в которые можно впаять контакты для подключения проводов питания (**рис. 4**). Чтобы не перепутать полярность питающих напряжений, на плату осциллографа желательно установить одно гнездо и один штырь и снабдить провода питания ответными разъёмами соответственно.

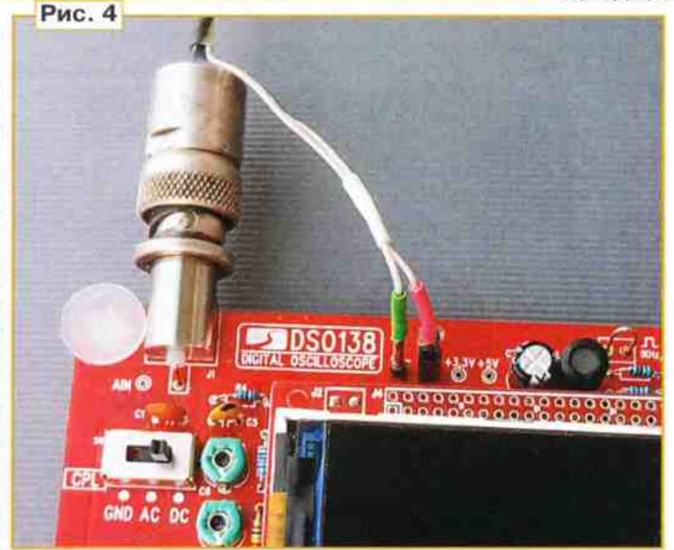


Рис. 4

Следует отметить, что резисторы R1—R3 обеспечивают защиту входа ОУ от перегрузки по напряжению и току, поскольку в случае электрического обратимого пробоя полупроводниковых элементов в составе ОУ эти резисторы ограничивают ток до безопасного уровня. Для экспериментальной проверки на вход щупа подавалось напряжение амплитудой 30 В. Выходной сигнал, конечно же, искажался, но щуп не вышел из строя.

Налаживание сводится к установке коэффициента передачи, а также корректировке АЧХ на верхней частоте. Коэффициент передачи устанавливают на постоянном токе. Для этого на вход щупа подают постоянное напряжение в интервале 1...2 В. Измеряя постоянное напряжение на выходе щупа, резистором R5 уравнивают выходное и входное напряжения. Затем подают переменное напряжение частотой 1 кГц и амплитудой около 1 В. Увеличивают частоту до максимальной для этого осциллографа (амплитуда входного напряжения должна оставаться неизменной) и подстроечным конденсатором C1 добиваются равенства входного и выходного напряжений.

Входное сопротивление щупа можно увеличить в несколько раз. Для этого сопротивление резисторов R1—R4 необходимо пропорционально увеличить.

От редакции. *Чертёж печатной платы в формате Sprint-Layout имеется по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2019/04/shup.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Резонансный волномер — индикатор ВЧ-излучения

Б. ДЕМЧЕНКО, г. Киев, Украина

Предлагаемый прибор предназначен для обнаружения и настройки радиопередающих устройств, работающих на частотах 0,4...100 МГц, но может быть использован и для проверки работоспособности передатчика сотового телефона, контроля экологической безопасности микроволновых печей и других СВЧ-устройств. О наличии излучения сигнализирует хорошо видимый светодиодный индикатор.

Высокая чувствительность индикатора достигнута применением в нём компаратора напряжения LM393, интервал допустимого напряжения на входах которого начинается с потенциала отрицательного полюса источника питания. Чувствительность изготовленного прибора сравнивалась с чувствительностью резонансного волномера [1] путём подачи на них сигнала высокочастотного генератора с калиброванным выходом. Чувствительность волномера в полосе частот 0,1...100 МГц оказалась равной 300...900 мВ, а рассматриваемого прибора — 5...10 мВ в полосе частот 0,4...100 МГц.

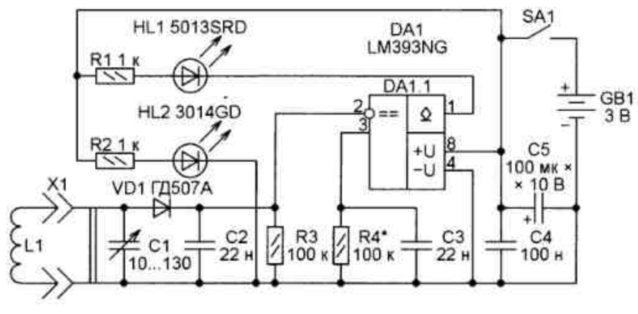
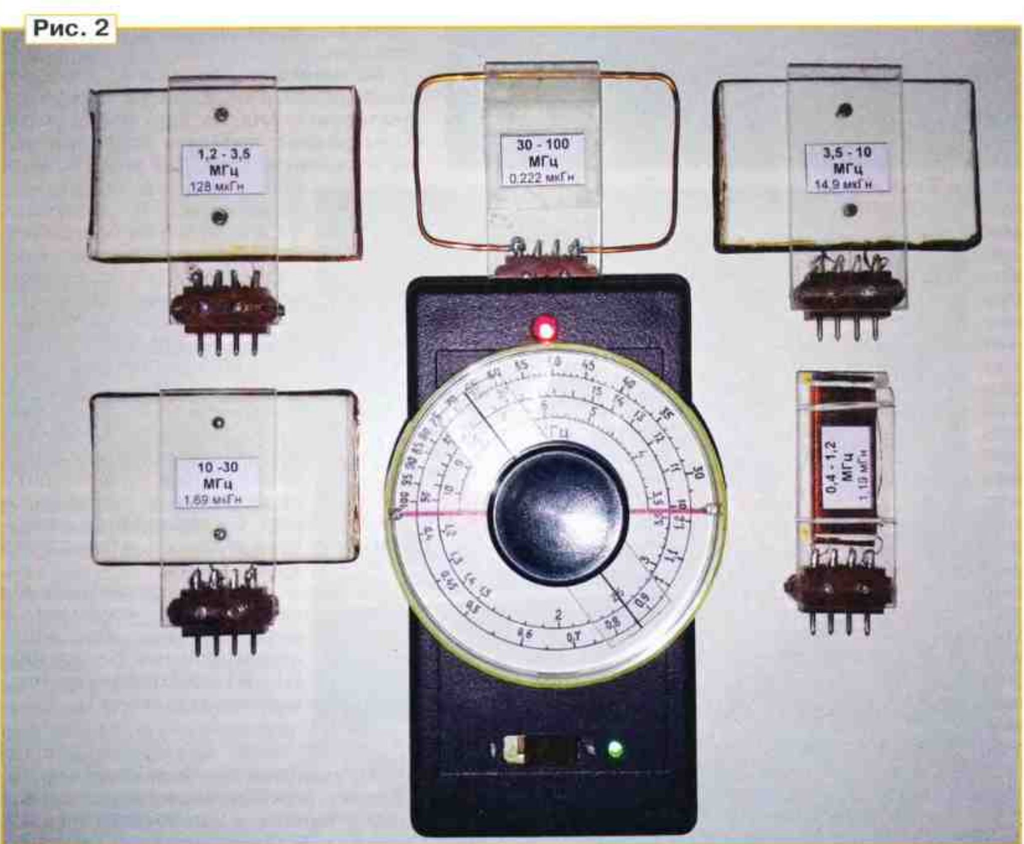


Рис. 1

Схема прибора изображена на **рис. 1**. Его входной контур образован конденсатором переменной ёмкости C1 (с воздушным диэлектриком) ёмкостью 10...130 пФ и одной из пяти сменных катушек L1, предназначенных для работы в следующих диапазонах: I — 0,4...1,2 МГц, II — 1,2...3,5 МГц, III — 3,5...10 МГц, IV — 10...30 МГц и V — 30...100 МГц. Сигнал с контура, выпрямленный германиевым диодом VD1 ГД507А, поступает на инвертирующий вход компаратора DA1.1. К выходу компаратора с открытым коллектором подключён через ограничительный резистор R1 светодиод красного свечения HL1. Светодиод зелёного свечения HL2 — индикатор включения питания.

Сопротивления резисторов R3 и R4 не должны значительно различаться. При этом условии порог срабатывания прибора остаётся практически неизменным при напряжении питания в пределах 2,5...5 В. Изменяя в небольших пределах сопротивление резистора R4, порог срабатывания можно регулировать. При этом важно, чтобы в отсутствие входного сигнала светодиод HL1 оставался погашенным.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Если предполагается использовать прибор только для индикации СВЧ-излучения, следует оставить в нём только катушку индуктивности диапазона V, а конденсатор переменной ёмкости удалить. При этом габариты прибора можно существенно уменьшить.

При испытаниях прибора действующее значение ВЧ-напряжения на выходе сигнал-генератора было установлено равным 1 В, а к его выходному разъёму подключена антенна — отрезок провода длиной 5 см. Этот сигнал в диапазоне 0,4...100 МГц изготовленный прибор уверенно регистрировал с расстояния 20...40 см.

Чтобы контролировать СВЧ-излучение, в прибор устанавливалась катушка диапазона V, а конденсатор С1 переводился в положение минимальной ёмкости. Излучение микроволновой печи было обнаружено с расстояния 0,5...2 м (для разных экземпляров печей). Излучение сотовых телефонов фиксировалось с расстояния 2...4 м, а работающего на частоте 90 МГц ретранслятора звукового сопровождения телевизионных передач мощностью 10 мВт — с расстояния 1...2 м.

Сменные катушки диапазонов II–IV (**рис. 2**) выполнены в виде прямоугольных рамочных антенн на каркасах из органического стекла размерами 45×70 мм. Катушка диапазона I (там же) намотана виток к витку на стержне из феррита с магнитной проницаемостью 600 размерами 16×4×46 мм. Намоточные данные сменных катушек приведены в **таблице**. Все они намотаны проводом ПЭВ-2 разного диаметра и подключаются к прибору с помощью четырёхконтактных разъёмов.

Если максимальная ёмкость имеющегося конденсатора слишком велика, последовательно с ним можно включить постоянный конденсатор.

При использовании менее ярких светодиодов, чем указанные на схеме, сопротивление резисторов R1 и R2 для получения достаточной яркости придётся уменьшить. Прямое падение напряжения на применяемых светодиодах не должно превышать 2,2...2,3 В.

Прибор собран в стандартном пластиковом корпусе NBAA 46×70×134 мм.

Диапазон	I	II	III	IV	V
Частота, МГц	0,4...1,2	1,2...3,5	3,5...10	10...30	30...100
Число витков	170	31	10	3	1
Диаметр провода, мм	0,19	0,19	0,38	0,6	1,4
Индуктивность, мкГн	1190	128	14,9	1,69	0,222

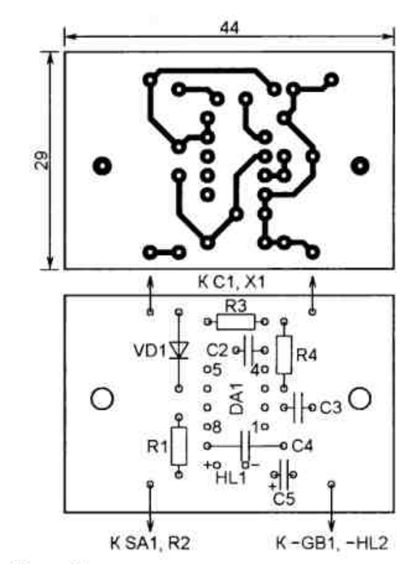


Рис. 3

Чертёж печатной платы индикатора показан на **рис. 3**. Батарея GB1 из двух гальванических элементов типоразмера AA, выключатель SA1, а также светодиод HL2 с резистором R2 находятся вне платы.

Плата рассчитана на установку резисторов МЛТ-0,125, конденсаторы С2—С4 — керамические, например, К10-17 или КМ6. Оксидный конденсатор С5 — импортный. Переменный конденсатор С1 желательно применить прямочастотный, чтобы шкала настройки получилась линейной по частоте. В отсутствие светодиода HL2 и погашенном светодиоде HL1 от батареи GB1 потребляется ток 0,3 мА, при его свечении — 1...1,5 мА. Выключатель SA1 применён движковый ПДМ1-1м на основе микропереключателя.

Чувствительность описанного прибора зависит от действующей высоты антенны, роль которой выполняют сменные катушки. При желании изменить их конструкцию это нужно учитывать. Расчёт действующей высоты рамочных и ферритовых антенн можно найти в [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Смирнов Л.** Резонансный волномер. — Радио, 1976, № 8, с. 47.

2. **Васильев В. Ф.** Антенны портативных приёмников. — М.: Энергия, 1973.

Вольтамперметр для электронного эквивалента нагрузки

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

Предлагаемый микроконтроллерный вольтамперметр предназначен для использования совместно с электронным эквивалентом нагрузки, описанным в [1], и представляет собой развитие конструкции, описанной в [2]. При необходимости он может использоваться для оперативного измерения выходного напряжения, тока нагрузки лабораторного источника питания и контроля температуры его регулирующего элемента.

Основные технические характеристики

Максимальное измеряемое напряжение, В 49,9 (99,9)
Максимальный измеряемый ток, А 4,9 (9,9)
Минимальный устанавливаемый ток нагрузки, А 0,5
Измеряемая температура, °C ....0...125

В скобках указаны значения, которые могут быть достигнуты заменой некоторых элементов.

Принципиальная схема вольтамперметра изображена на **рис. 1**. Напряжение и ток эквивалента нагрузки контролирует микроконтроллер DD1. Измеряемое напряжение U_x поступает на вход его АЦП через резистивный делитель R1R2, а делителем напряжения U_{Ix}, пропорционального измеряемому току, служит подстроечный резистор R3. Измеренные значения напряжения и тока выводятся на ЖКИ HG1.

Для непрерывного контроля температуры регулирующего элемента электронной нагрузки служит цифровой датчик температуры ВК1, имеющий хороший тепловой контакт с этим элементом. Его температуру также отображает ЖКИ. При превышении заданной в программе температуры микроконтроллер открывает полевой транзистор VT2, подавая этим команду закрыть регулирующий элемент эквивалента нагрузки, гасит зелёный светодиод HL1 и включает красный светодиод HL2. Электромагнитный излучатель звука подаёт звуковые сигналы, а на экране ЖКИ появляется сообщение "Перегрев!!". Такое состояние сохраняется до нажатия на кнопку SB1, после чего блокировка эквивалента нагрузки снимается, а работа вольтамперметра возобновляется.

Нажатиями на кнопку SB2 переключают прибор из режима отображения напряжения и тока в режим отображения потребляемой от проверяемого источника мощности и температуры его регулирующего элемента и обратно. Если при включении вольтамперметра переменный резистор — регулятор тока нагрузки в её эквиваленте не находится в положении минимального тока, на ЖКИ будет выведено сообщение "Резистор!!", включён светодиод HL2, а транзистор VT2 заблокирует эквивалент нагрузки. Работа эквивалента и вольтамперметра в этом случае начнётся только после установки регулятора в положение минимального тока.

Чертёж печатной платы вольтамперметра показан на **рис. 2**. Для подключения индикатора на плате установлена гнездовая часть разъёма X1 — розетка PBS-14. Её ответная часть (вилка PLS-14) соединена с ЖКИ HG1 жгутом проводов.

Для программирования микроконтроллера к розетке разъёма X1, отключив от неё ЖКИ, присоединяют программатор. Гнездо 2 — GND, гнездо 3 — VCC, гнездо 7 — MISO, гнездо 8 — SCK, гнездо 9 — MOSI. Цепь RESET программатора соединяют с выводом 1 микроконтроллера отдельным проводом. Резистор R6 — типоразмера 1206 для поверхностного монтажа, остальные постоянные — МЛТ или им подобные указанной на схеме мощности. Подстроечные резисторы R2 и R3 — многооборотные СП-2ВБ. Для измерения напряжения до 99,9 В сопротивление резистора R1 нужно увеличить до 20 кОм.

Конденсатор C1 — оксидный, C2 — К10-17, конденсаторы C3—C5 — типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Дроссель L1 — CM453232-101KL типоразмера 1210 для поверхностного монтажа. Кнопки — TC-018. При необходимости светодиоды и кнопки можно вынести на переднюю панель корпуса прибора. Выключатель SA1 — любого типа. Цифровой датчик температуры — DS1820 (DS18S20) или DS18B20. Его тип программа распознаёт автоматически.

Схема эквивалента нагрузки изображена на **рис. 3**. Она отличается от опубликованной в [1] тем, что на ней показаны места подключения вольтам-

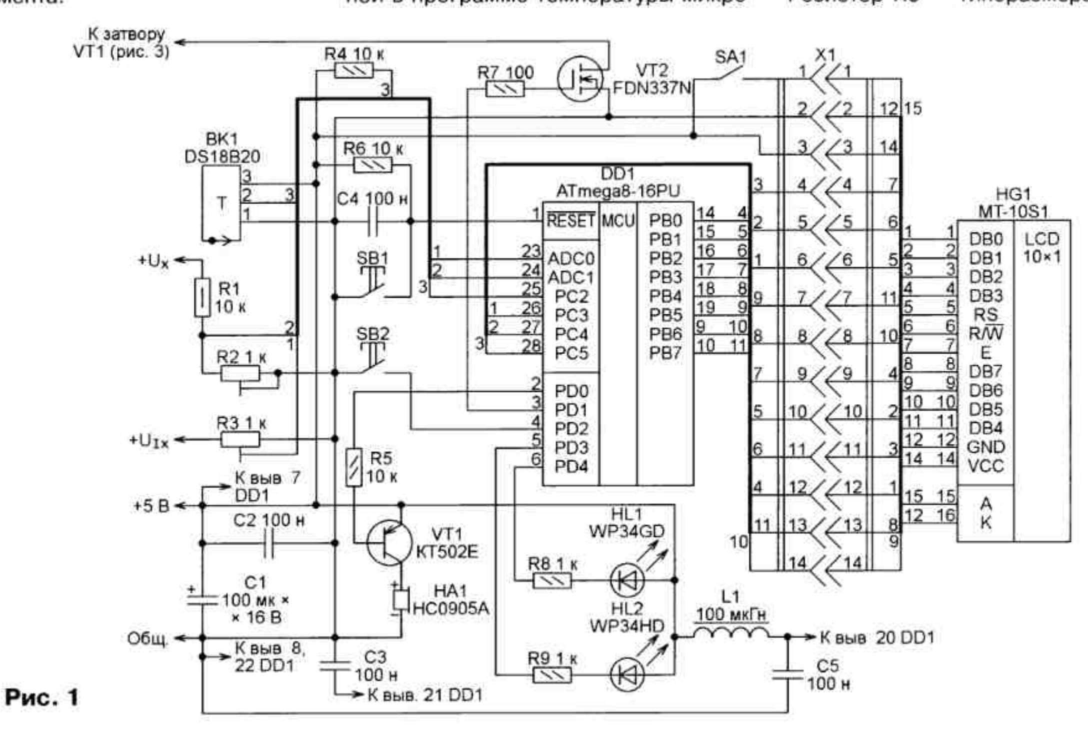


Рис. 1

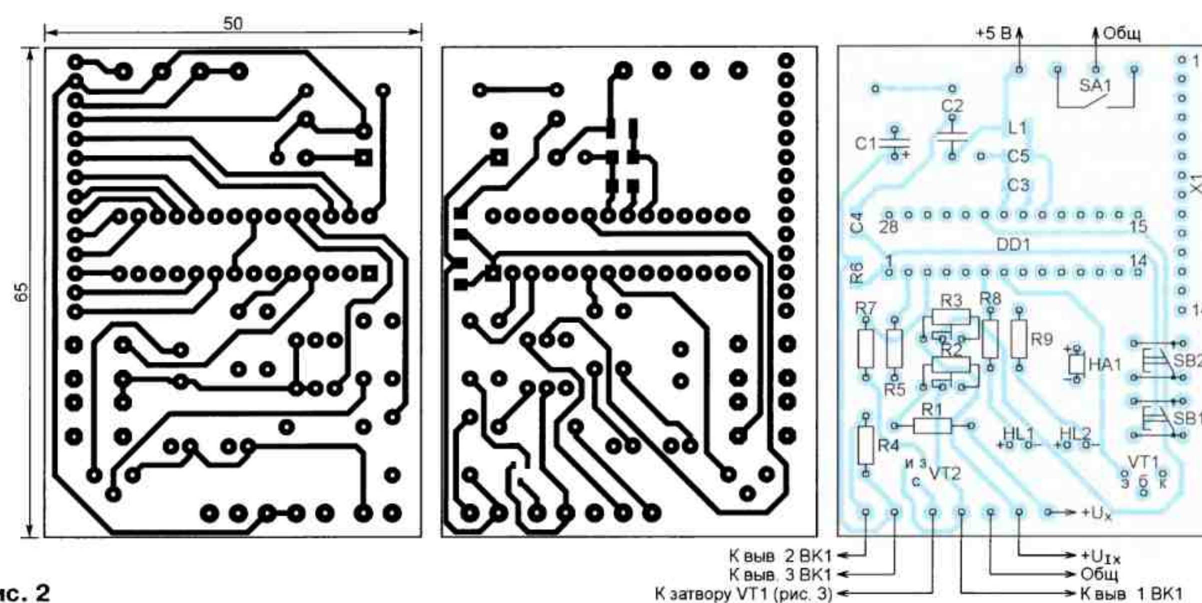


Рис. 2

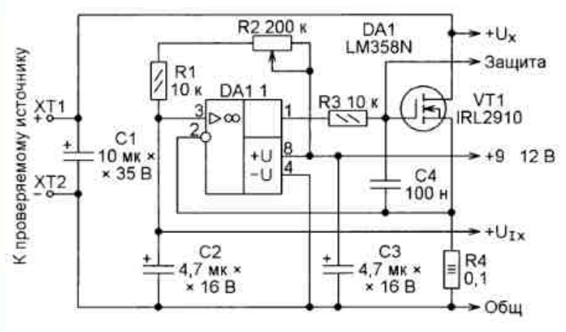


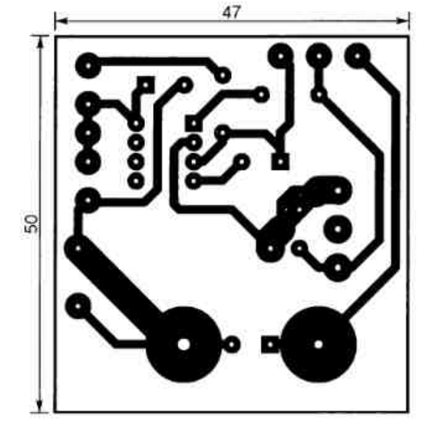
Рис. 3

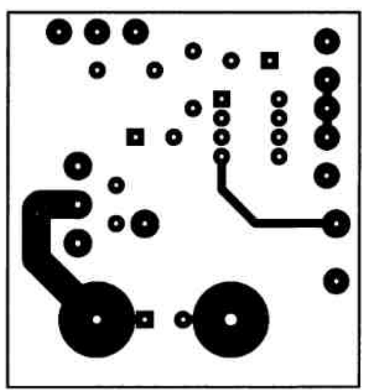
кания. Если такая необходимость всё-таки возникнет, нужно обязательно подключить параллельно конденсатору C2 резистор сопротивлением 1 кОм.

На **рис. 4** приведён чертёж печатной платы эквивалента. Она закреплена на плоской стороне ребристого теплоотвода размерами 115×105×20 мм для транзистора VT1. Выводы этого транзистора согнуты под прямым углом и припаяны к соответствующим контактным пло-

тора нужно увеличить до 10 Вт. Чтобы регулировать ток нагрузки более плавно, последовательно с переменным резистором R2 можно включить ещё один переменный резистор сопротивлением 20 кОм.

На **рис. 5** показано крепление датчика температуры 7 к транзистору 2 (IRL2910 или другому в корпусе TO-220). Следует заметить, что наиболее точно тепловой режим работы транзистора характеризует температура его кристалла. Датчик температуры, если установить его на теплоотводе транзистора, обдуваемом не показанным на схеме вентилятором, даёт существенно заниженные показания. Поэтому он укреп-





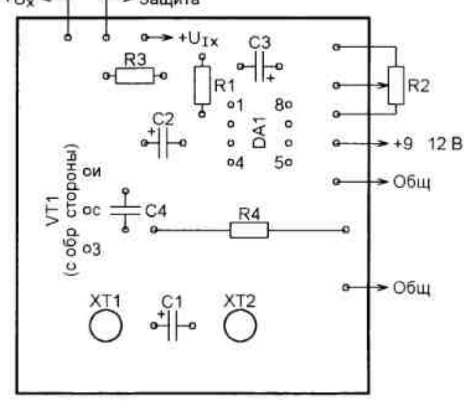


Рис. 4

перметра, а мощность резистора R4 (в оригинале R1) уменьшена до 3 Вт. Удалён резистор R2 оригинала. Его роль теперь выполняет подстроечный резистор R3 вольтамперметра. Поэтому недопустимо пользоваться доработанным эквивалентом, не подключив к нему описанный вольтамперметр. Это приведёт к полному открыванию транзистора VT1 и работе проверяемого источника практически в режиме короткого замы-

щадкам. Со стороны рёбер теплоотвода установлен вентилятор с напряжением питания 12 В и током потребления 0,12 А.

Для подключения проверяемого источника на плате эквивалента предусмотрены две приборные клеммы XT1 и XT2 соответственно красного и чёрного цвета. Резистор R4 (датчик тока) — SQP-3. Если необходимо довести ток нагрузки до 9,9 А, мощность этого резис-

лён непосредственно на корпусе транзистора, точнее, на его крепёжном и

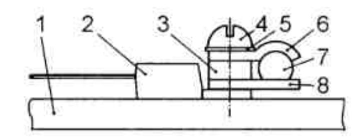


Рис. 5

теплоотводящем фланце. Медные пластины 6 и 8, между которыми зажат датчик, изготовлены из таких же фланцев, извлечённых из неисправных транзисторов. Между пластинами вставлена медная втулка 3.

Весь узел прижат к теплоотводу винтом 4 с шайбой 5. Перед его сборкой на соприкасающиеся поверхности транзистора 2, пластин 6 и 8, датчика 7 нанесён тонкий слой теплопроводной пасты. Чтобы повысить точность измерения температуры, узел желательно накрыть кожухом, уменьшающим потери тепла.

Температуру кристалла транзистора VT1 программа вычисляет по формуле

$$T_J = T_C + R_{\Theta JC}\ P,$$

где T_J — температура кристалла, °C; T_C — температура корпуса транзистора (показания датчика), °C; $R_{\Theta JC}$ — тепловое сопротивление между кристаллом и корпусом, °C/Вт; P — рассеиваемая мощность, Вт. Согласно справочным данным транзистора IRL2910, максимальная допустимая температура его кристалла 175 °C, а $R_{\Theta JC}$ = 0,75 °C/Вт. Однако в программе температура срабатывания защиты задана с некоторым запасом — 140 °C.

Конфигурация микроконтроллера, запрограммированная согласно **таблице**, обеспечивает его тактирование от внутреннего RC-генератора частотой

Разряд	Сост.	Разряд	Сост.
RSTDISBL	1	BODLEVEL	0
WDTON	1	BODEN	1
SPIEN	0	SUT1	1
CKPOT	1	SUT0	0
EESAVE	1	CKSEL3	0
BOOTSZ1	0	CKSEL2	1
BOOTSZ0	0	CKSEL1	0
BOOTRST	1	CKSEL0	0

1 – не запрограммировано;
0 – запрограммировано.

8 МГц. В таком режиме предназначавшиеся для подключения кварцевого резонатора выводы XTAL1 и XTAL2 становятся линиями ввода/вывода общего назначения PB6 и PB7. В рассматриваемом случае эти линии использованы для организации обмена с ЖКИ по восьмиразрядной шине данных. АЦП микроконтроллера работает с внутренним источником образцового напряжения 2,56 В.

Калибруют вольтамперметр по образцовым приборам с помощью подстроечных резисторов R2 (по напряжению) и R3 (по току). Работу защиты транзистора эквивалента нагрузки от перегрева я проверял следующим образом. Подключил к эквиваленту нагрузки источник и, задав потребляемую от него мощность 55 Вт (27,5 В, 2 А), выключил вентилятор. Через несколько минут, когда температура корпуса транзистора достигла 98 °C, сработала защита. Эквивалент нагрузки был заблокирован с подачей всех предусмотренных сигналов. При мощности нагрузки 45 Вт она сработала при 105 °C, а с включённым вентилятором и мощности 95 Вт — при 68 °C. Эксперименты проводились при температуре окружающего воздуха 18 °C.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И.** Универсальный эквивалент нагрузки. — Радио, 2005, № 1, с. 35.

2. **Карпачев А.** Амперметр — датчик тока в электронной нагрузке. — Радио, 2017, № 9, с. 25—27.

*От редакции. Программа микроконтроллера имеется по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/04/equmeter.zip** на нашем FTP-сервере.*

Низкочастотная приставка к измерителю добротности Е4-11

В. БУТКЕЕВ, г. Люберцы Московской обл.

Радиолюбители часто сталкиваются с необходимостью измерения индуктивности и добротности высокочастотных катушек. Как известно, этот процесс требует определённой тщательности. При этом суррогатные устройства, изготовленные на "скорую руку", могут привести к значительным ошибкам и погрешностям. В то же время нередко встречаются устаревшие профессиональные приборы, которые с успехом можно приспособить для домашней лаборатории. Один из таких — измеритель добротности Е4-11. Предназначен он для работы в интервале частот 30...300 МГц, однако при необходимости его можно с минимальными затратами приспособить и для измерений на более низких частотах. При этом никакого вмешательства в схему и конструкцию прибора не требуется. Хотя точное определение добротности и индуктивности катушек на этих частотах станет возможным только методами расстройки по ёмкости или по частоте, описанными соответственно в п. 10.2.2 и п. 10.2.3 документа [1].

На **рис. 1** показана схема "Блока измерительного" прибора Е4-11. Детали, номиналы которых на ней не указаны, — элементы конструкции блока. При обычной работе измеряемую катушку индуктивности подключают к клеммам Кл3 и Кл4. Сигнал от встроенного в прибор генератора вводят в образовавшийся последовательный контур через разъём Ш2 и индуктивный делитель напряжения L1L2. Изменяя частоту генератора или ёмкость переменного конденсатора C6, добиваются резонанса.

Рис. 1

На частотах значительно ниже 30 МГц входной импеданс делителя L1L2 слишком низок для нормальной работы генератора, даже если заменить его внешним более мощным. Для измерений на таких частотах, включая и любительские КВ-диапазоны, я изготовил к прибору Е4-11 приставку, схема которой изображена на **рис. 2**. Её прообраз был найден в конструкции, описанной в [2].

Штыри XP1 и XP2 приставки вставляют, не вскрывая прибор, соответственно в его клеммы Кл2 и Кл1. Клеммы Кл3 и Кл4 остаются свободными. Внутренние генератор и индуктивный делитель в работе теперь не участвуют. Сигнал внешнего генератора поступает через разъём XW1 и имеющийся в приставке ёмкостный делитель напряжения C1—C4. Подключённая к гнёздам XS1 и XS2 приставки катушка L_x образует последовательный колебательный контур с конденсаторами C6—C8 "Блока измерительного". Далее сигнал с этих конденсаторов прибор Е4-11 обрабатывает как обычно.

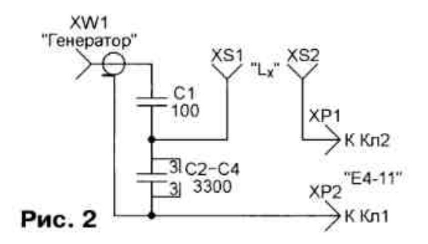


Рис. 2

Суммарная ёмкость конденсаторов C2—C4 приставки должна быть в 100 и более раз больше максимальной ёмкости переменного конденсатора C6 (см. рис. 1). Чем она больше, тем точнее будут измерены индуктивность и добротность катушки. Чем меньше ёмкость


Рис. 3


Рис. 4

конденсатора С1, тем меньшей будет нагрузка на генератор, но тем большее напряжение от него потребуется для значительного отклонения стрелки прибора Е4-11 при резонансе.

Основой конструкции приставки послужила фторопластовая пластина, на которой закреплены винтами медные шины (**рис. 3**). В качестве ХР1 и ХР2 применены изображённые на **рис. 4** самодельные трубчатые вставки в гнёзда клемм прибора. Они изготовлены из упругого латунного листа и припаяны к медным шинам. XS1 и XS2 — гнёзда от круглых низкочастотных разъёмов. Высокочастотный разъём XW1 — байонетный с волновым сопротивлением 50 Ом. Конденсатор С1 — любой керамический. Конденсаторы С2—С4 — безвыводные для поверхностного монтажа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е4-11. Измеритель добротности. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. — URL: **http://download.qrz.ru/pub/hamradio/schemes/metering/E4-11.zip** (01.03.2019).

2. **Прокофьев И.** Милливольтметр-Q-метр. — Радио, 1982, № 7, с. 31, 32.

Узел контроля разрядки литиего аккумулятора

С. ГЛИБИН, г. Москва

В электронных устройствах с автономным питанием наметилась устойчивая тенденция применения Li-Ion и Li-pol аккумуляторов номинальным напряжением 3,7 В. Среди этих устройств есть такие, которым требуется стабильное напряжение питания 5 В. Как правило, они в этом случае содержат повышающий DC/DC-преобразователь с выходным напряжением 5 В. О контроле разрядки литиевого аккумулятора в них и пойдёт речь в статье.

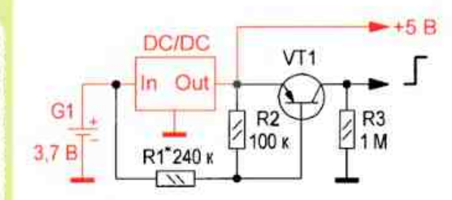


Рис. 1

Известно, что для контроля за разрядкой аккумулятора полезно встроить электронный узел (детектор понижения), выдающий сигнал разрядки при снижении напряжения аккумулятора обычно до 3,3 В. Конечно, работа устройства может продолжаться до момента срабатывания встроенной в аккумулятор защиты, если таковая имеется, но при наличии сигнала будет достаточно времени для дальнейших действий, например, подключить ЗУ.

Основное требование, предъявляемое к узлу контроля, — малое собственное потребление тока, поскольку он не должен влиять на продолжительность работы всего устройства от автономного источника. Кроме того, он должен содержать минимальное число элементов. Схема узла контроля разрядки аккумулятора, отвечающего, по мнению автора, перечисленным требованиям, приведена на **рис. 1**. Потребляемый им ток в дежурном режиме — не более 5 мкА, при срабатывании и подаче сигнала — не более 10 мкА. Узел собран как компаратор напряжения на маломощном транзисторе VT1 структуры p-n-p и трёх резисторах R1—R3. Красным цветом выделены штатные аккумулятор G1 и DC/DC-преобразователь с выходным стабильным напряжением +5 В. Номиналы сопротивлений резистивного делителя R1R2 в цепи базы транзистора и нагрузочного резистора R3 в коллекторной цепи рассчитаны так, чтобы ток через резистивный делитель и коллекторный ток при открытом транзисторе были примерно равны, а значит, ток базы будет много меньше. Это обеспечивает стабильное управление состоянием транзистора напряжением на резистивном делителе R1R2, подключённом к выводу базы — инвертирующему входу компаратора.

Опорное напряжение для неинвертирующего входа компаратора (вывод эмиттера) — выходное напряжение +5 В DC/DC-преобразователя. Из входных характеристик транзистора следует, что малые изменения напряжения база—эмиттер приводят к значительным изменениям тока базы, а значит, и тока коллектора, поэтому для заданных сопротивлений делителя R1R2 при напряжении на аккумуляторе более 3,3 В транзистор закрыт, а менее — открыт. Соответственно напряжение на резисторе R3 меняется от 0 до +5 В. Гистерезис переключения (открыт/закрыт) — около 10...20 мВ, и он незначительно зависит от коэффициента передачи тока $h_{21Э}$ транзистора. Для уменьшения гистерезиса, если это необходимо, следует применить транзистор с большими значениями $h_{21Э}$ (до 500 и более). Тип транзистора — любой маломощный структуры p-n-p и малым обратным током коллектора. В налаживании узел не нуждается.

Напряжение с выхода узла контроля можно подать на узел индикации, который должен иметь входное сопротивление не менее 1 МОм. В качестве примера на **рис. 2** показан узел индикации на полевом транзисторе и светодиоде.

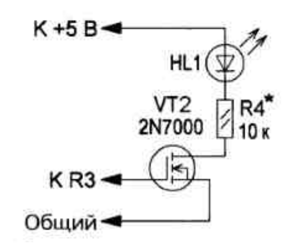


Рис. 2

Нумерация элементов продолжена. Вместе оба узла образуют супервизор с довольно большим выходным током. Для повышения экономичности следует применить яркий или сверхъяркий светодиод любого свечения, в том числе и мигающий, а желаемую яркость свечения установить подборкой резистора R4.

Этот узел можно применить для контроля разрядки аккумуляторов другого типа или гальванических элементов. В этом случае порог переключения можно изменить подборкой резистора R1.

Бесперебойный источник питания 5 В, 1 А

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Предлагаемый источник предназначен для питания постоянным напряжением 5 В различных мобильных аппаратов и для зарядки встроенных в них аккумуляторов. Работать он может как от сети ~ 230 В, так и от установленных в нём литий-ионных аккумуляторов большой ёмкости.

Сегодня широко распространены недорогие DVB-T2 телевизионные приставки для приёма цифровых теле- и радиовещательных программ. Большинство таких приставок во время работы сильно нагреваются и небрежно собраны. По этим причинам их надёжность низка, а срок службы зачастую невелик. Если ремонт сломавшейся приставки нецелесообразен или невозможен, можно использовать её компактный корпус и некоторые узлы в различных радиолюбительских конструкциях.



Рис. 1

В предлагаемой конструкции использованы детали от телевизионной DVB-T2 приставки ORIEL202 и корпус от неё. От печатной платы этой приставки отрезан фрагмент (зелёный слева на **рис. 1**) с её импульсным узлом питания, который собран по традиционной схеме на микросхемах FSDH321 и AZ431 (TL431). Его полная принципиальная схема не составлялась, но для применения в описываемом источнике узел был доработан.

Последовательно с плавкой вставкой FUSE1 установлен ограничивающий бросок тока при включении в сеть невозгораемый резистор сопротивлением 51 Ом и мощностью 2 Вт. Параллельно оксидным конденсаторам EC2, EC3 со стороны их выводов припаяны керамические конденсаторы для поверхностного монтажа ёмкостью по 15 мкФ. Между выводами 1 и 2 микросхемы U3 AZ431 припаян резистор сопротивлением 124 кОм, что увеличило выходное напряжение узла с 5,02 до 5,3 В.

У всех оксидных конденсаторов было проверено ЭПС. Оно оказалось слишком большим у подключённого к выводу 2 микросхемы U1 FSDH321 оксидного конденсатора на 47 мкФ, 25 В. Он был заменён конденсатором 47 мкФ, 35 В, параллельно которому был припаян керамический конденсатор для поверхностного монтажа ёмкостью 1,8 мкФ. На корпус оксидного конденсатора 10 мкФ, 400 В я надел термоусаживаемую трубку, чтобы защитить его от соприкосновения с другими деталями. К выводам 6—8 микросхемы U1 припаял теплоотвод — медную пластину площадью 2 см². Учтите, он находится под высоким сетевым напряжением. Все приведённые выше позиционные обозначения соответствуют маркировке на плате дорабатываемого узла.

На **рис. 2** показана схема предлагаемого источника. Если источник под-

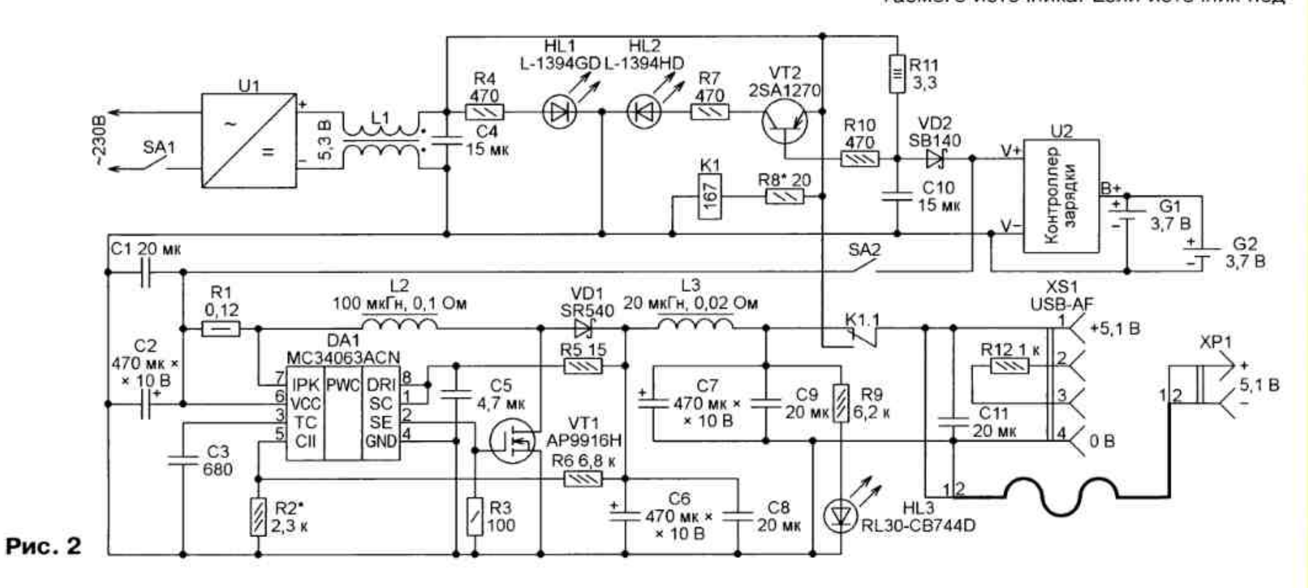


Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ключён к сети ~230 В, а выключатель SA1 замкнут, напряжение около 5,3 В с выхода модуля U1 (это и есть узел питания от телевизионной приставки) через дроссель L1 и замкнувшиеся контакты электромагнитного реле K1 поступает на USB-гнездо XS1 и штекер XP1. При заряженной аккумуляторной батарее G1G2 и напряжении в сети более 180 В ток нагрузки может кратковременно достигать 2 А. Во время зарядки этой батареи желательно, чтобы ток нагрузки не превышал 1...1,5 А, этому условию обычно удовлетворяют большинство мобильных аппаратов.

напряжение 5,1 В устанавливают подборкой резистора R2. Учтите, что при обрыве цепи резистора R6 или слишком малом сопротивлении резистора R2 полевой транзистор VT1, диод Шоттки VD1 и микросхема DA1 могут быть повреждены.

Выходные транзисторы микросхемы DA1 включены по схеме, отличающейся от типовой. На выводы 1 и 8 этой микросхемы подано не входное напряжение преобразователя, а выходное через фильтр R5C5. Это позволило увеличить амплитуду импульсов на затворе транзистора VT1, что уменьшило сопротивление его канала сток—исток в открытом состоянии. Дроссель L2 — накопительный. Выходное стабилизированное напряжение 5,1 В поступает на разъёмы XS1 и XP1 через фильтр L3C7C9C11. Большинство деталей преобразователя напряжения размещены на плате размерами 52×45 мм, показанной на **рис. 3**. Монтаж — двухсторонний навесной.



Рис. 3

При полностью заряженной батарее источник в режиме холостого хода потребляет от сети мощность 0,4 Вт. При токе нагрузки 1 А размах пульсаций выходного напряжения 5,3 В — около 16 мВ, а потребляемая от сети мощность — 7,8 Вт. При токе нагрузки 2 А потребление возрастает до 15 Вт. Светодиод HL1 сигнализирует о включении источника в сеть.

В отсутствие сетевого напряжения и при замкнутом выключателе SA2 напряжение 3...4,3 В от аккумуляторов через контроллер U2 поступает на повышающий стабилизированный преобразователь напряжения, в котором применена распространённая микросхема MC34063A или любая из её аналогов (КР1156ЕУ5, MC34063AP1, MC33063AP1, MC33063AVP, KA34063A, IP33063N, IP34063N). При указанном на схеме номинале конденсатора C3 частота преобразования — около 67 кГц. Сопротивлением резистора R1 задают порог срабатывания защиты от перегрузки по току. Чем меньше это сопротивление, тем он выше. Выходное

Когда преобразователь напряжения работает, светится светодиод HL3. При входном напряжении 4 В и токе нагрузки 0,5 А входной ток преобразователя — 0,74 А (КПД — 86 %), при токе нагрузки 1 А входной ток — 1,63 А (КПД — 78 %). При нормальной работе преобразователя микросхема DA1 и полевой транзистор VT1 практически не нагреваются. Потери энергии происходят в основном в дросселе L2 и диоде Шоттки VD1. При токе нагрузки 0,5 А размах пульсаций выходного напряжения — 30 мВ. Ток покоя — 4 мА.

Литий-ионная аккумуляторная батарея G1G2 подключена через контроллер U2, который отключает её от источника зарядного тока и нагрузки при напряжении ниже 3,02 В и выше 4,33 В. Этот контроллер, собранный на плате размерами 45×9 мм (**рис. 4**), был извлечён из отслужившего свой срок "плоского" литий-ионного аккумулятора. Поскольку в контроллере был обнаружен самовосстанавливающийся предохранитель (деталь, помеченная буквой T на рис. 4), никаких дополнительных предохранителей и плавких вставок, защищающих аккумуляторы, было решено не применять. Можно использовать любой подобный контроллер, желательно от аккумулятора ёмкостью более 2 А·ч. Можно приобрести и готовый модуль контроллера для литий-ионного аккумулятора напряжением 3,7 В.

G1 и G2 — литий-ионные аккумуляторы типоразмера 18650 суммарной ёмкостью около 4,6 А·ч при разрядке током 0,5 А. Можно соединить параллельно любое число таких аккумуляторов. Подойдут и литий-ионные аккумуляторы на 3,7 В со встроенным контроллером, в этом случае модуль U2 не нужен. Резистор R11 ограничивает зарядный ток.

Во время зарядки падением напряжения на резисторе R11 транзистор VT2 открыт, светодиод HL2 светится. При зарядке током 0,5 А падение напряжения на контроллере U2 не превышает 20 мВ. Продолжительность полной зарядки батареи — около 20 часов. Поскольку токи зарядки и разрядки относительно малы, контролировать температуру аккумуляторов не требуется.

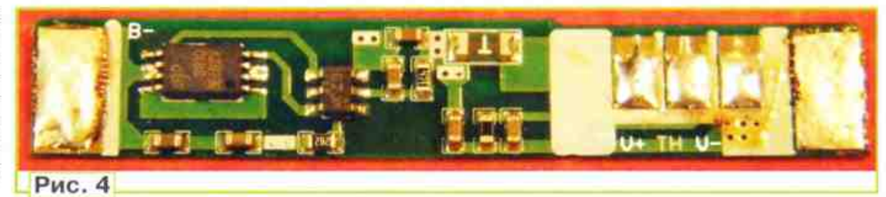


Рис. 4

При разработке источника были опробованы четыре варианта подключения к микросхеме DA1 дополнительного ключевого транзистора. Лучшим оказался изображённый на схеме рис. 2 вариант с мощным низковольтным полевым транзистором AP9916H. Этот транзистор имеет пороговое напряжение затвор—исток менее 1 В и типовое значение ёмкости затвор—исток 527 пФ. Это упрощает управление им и позволяет получить высокий КПД. Вариант с n-p-n транзистором 2SD882-Y при токе нагрузки 1 А приводил к сильному разогреву этого транзистора и току потребления преобразователя 2,6 А вместо 1,63 А с

транзистором AP9916H. Хотя при нормальной работе полевой транзистор не нагревается, к нему припаян медный теплоотвод площадью 3 см^2. Транзистор AP9916H можно заменить на AP9916J или FDD6530A. Вместо транзистора 2SA1270 подойдёт любой из серий SS9012, SS9015, BC557, 2SA733, KT6112, KT3107.

Первоначально в качестве VD1 был применён диод Шоттки SR360 с максимальным выпрямленным током 3 А. Замена его аналогичными диодами на ток 10...45 А уменьшала входной ток преобразователя на 5...10 % и повышала его КПД. Но ввиду недостатка места на монтажной плате я остановился на диоде SR540, рассчитанном на ток 5 А. Амплитуда напряжения на аноде этого диода — около 10 В относительно общего провода. Можно применить также диод SBL1040CT, SBL2040CT, S20C40C или S30D40C. Теплоотвод не требуется.

Вместо диода Шоттки SB140 подойдут SB120, SB130, 1N5817—1N5819, SS14, SK14 и аналогичные с максимальным током 1 А. При установке здесь более мощного диода Шоттки нужно увеличить сопротивление резистора R11 до 3,9...4,7 Ом.

Светодиоды указанных на схеме типов можно заменить любыми другими индикаторными соответственно зелёного (HL1), красного (HL2) и синего (HL3) свечения.

Дроссель L1 содержит четыре витка сложенного вдвое монтажного провода сечением по меди 0,75 мм^2. Они намотаны на низкочастотном ферритовом кольце внешним диаметром 12 мм. Конструкция этого дросселя некритична.

Дроссель L2 — готовый из узла коррекции растра импортного кинескопного компьютерного монитора. Его магнитопровод Н-образный ферритовый высотой 16 мм и внешним диаметром 13 мм. Обмотка намотана литцендратом, имеющим сечение по меди около 0,35 мм^2. Чем меньше её сопротивление, тем лучше. При нагреве дросселя сопротивление медного провода растёт, а КПД преобразователя падает. Магнитопровод дросселя L2 не должен входить в насыщение при входном напряжении преобразователя 3,2 В и токе нагрузки 2 А.

Дроссель L3 — готовый на кольцевом ферритовом магнитопроводе внешним диаметром 10 мм. Чем больше его индуктивность и чем меньше сопротивление, тем лучше.

Сетевой выключатель SA1 — клавишный малогабаритный OR-L. Такие применяли в компьютерных ЖК-мониторах. Подойдут и другие выключатели, например, MR21 или SWA206A. Выключатель SA2 — импортный малогабаритный, все группы его контактов соединены параллельно. Его можно заменить такими же выключателями, как SA1.

Реле K1 — G5V-1-DC5 с сопротивлением катушки 167 Ом. Подойдёт и другое миниатюрное реле с одной группой контактов на переключение и необходимым коммутируемым током, катушка которого рассчитана на напряжение 3...5 В. Сопротивление резистора R8 подбирают наибольшим, при котором обеспечивается надёжное срабатывание реле.



Рис. 5

Микросхема	Выходная мощность, Вт, при напряжении питания, В			
	230±15 %		85...265	
	Закрытый корпус	Открытая плата	Закрытый корпус	Открытая плата
FSDL321	11	17	8	12
FSDH321	11	17	8	12
FSDL0165RN	13	23	11	17
FSDM0265RN	16	27	13	20
FSDH0265RN	16	27	13	20
FSDL0365RN	19	30	16	24
FSDM0365RN	19	30	16	24
FSDL321L	11	17	8	12
FSDH321L	11	17	8	12
FSDL0165RL	13	23	11	17
FSDM0265RL	16	27	13	20
FSDH0265RL	16	27	13	20
FSDL0365RL	19	30	16	24
FSDM0365RL	19	30	16	24

Оксидные конденсаторы — импортные малогабаритные. Конденсатор C1 — керамический или плёночный. Остальные конденсаторы — керамические для поверхностного монтажа. При отсутствии керамических конденсаторов большой ёмкости можно соединять конденсаторы меньшей ёмкости по несколько штук в параллель. Чем большей получится суммарная ёмкость, тем лучше. После монтажа каждого керамического конденсатора проверяйте цепи на отсутствие замыканий. Провода, соединяющие резистор R1 с выводами микросхемы, должны быть как можно короче.

При проверке работоспособности и налаживании собранного источника аккумуляторы подключайте к нему в последнюю очередь. Учтите, что ток их короткого замыкания может достигать нескольких десятков ампер. Повышающий преобразователь напряжения испытывайте и налаживайте, питая его от лабораторного блока питания с выходным напряжением 3...5 В, работающим в режиме ограничения выходного тока до 0,3...3 А.

В случае неисправности микросхемы FSDH321 в модуле U1 заменить её можно на любую из перечисленных в **таблице**. Желательно, чтобы эта микросхема была в таком же корпусе, как и работавшая ранее. Прежде, чем заменять её, проверьте исправность всех деталей, с которыми она работала.

Как уже было сказано, источник собран в корпусе телевизионной приставки ORIEL202 (**рис. 5**). Его размеры — 111×102×30 мм. В боковых стенках корпуса просверлены дополнительные вентиляционные отверстия. Компоновку узлов и деталей внутри корпуса можно увидеть на рис. 1.

Источник питания был испытан на электромагнитную совместимость с самодельным УКВ-радиоприёмником [1] и с мультимедийным плейером [2]. К радиоприёмнику был подключён штекер XP1, а плейер, работающий в режиме приёма вещательных радиостанций, вставлен в USB-гнездо XS1. При питании как от сети переменного тока, так и от аккумуляторов помехи приёму УКВ-радиостанций отсутствовали. Радиоприёмник лежал на корпусе проверяемого источника.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бутов А.** УКВ-радиоприёмник в корпусе "Selga-405". — Радио, 2017, № 1, с. 13—15.

2. **Бутов А.** Питание МР-3 плейера RoverMedia Aria-C7 от USB. — Радио, 2014, № 2, с. 51, 52.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Коммутатор двух USB-устройств

Г. НЮХТИЛИН, г. Ковров Владимирской обл.

В нашем товариществе собственников жилья (ТСЖ) на многих оформляемых в электронном виде документах должны стоять две электронные цифровые подписи (ЭЦП) — председателя ТСЖ и бухгалтера. Для их подписания требуется вставить в USB-разъём ноутбука сначала USB-накопитель с ЭЦП председателя, ввести PIN-код, дождаться ответа из банка, выполнить на компьютере безопасное выключение устройства, после чего вынуть накопитель из USB-разъёма. Затем вставить в тот же разъём USB-накопитель бухгалтера с его ЭЦП и проделать с ним те же самые операции. За три года существования ТСЖ USB-разъём на ноутбуке износился в результате активного использования, теперь контакт в нём нередко нарушается, после чего приходится повторять вход в банковское приложение с вводом PIN-кода.

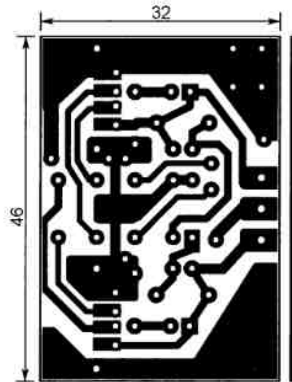
Чтобы избавиться от таких неудобств, предлагаю коммутатор двух USB-устройств, который успешно служит уже год. Его принципиальная схема изображена на **рис. 1**. Оказалось, что просто соединить два USB-разъёма параллельно и переключать между ними линию V_{bus} (питание) недостаточно. Нужно коммутировать ещё линии передачи информации D– и D+, а механические переключатели с нужным числом контактов имеют слишком большие размеры. Поэтому я применил двустабильное электромагнитное реле — дистанционный переключатель FRT3H-SL2 DC 5V (URL: **http://prorele.ru/catalog/file/relay_other/en_FRT3.pdf**), обозначенный на схеме K1.

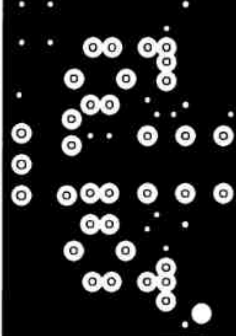
Такой переключатель имеет две обмотки, управляющие обеими группами контактов K1.1 и K1.2. Подвижные контакты нового или извлечённого из аппаратуры дистанционного переключателя могут находиться в любом из двух возможных состояний. Чтобы переместить их в верхнее по схеме положение, нужно пропустить ток через обмотку I от вывода 1 к выводу 16. А в нижнее положение подвижные контакты перемещаются при протекании тока через обмотку II от вывода 2 к выводу 15. Подавать в обмотки ток противоположного направления запрещено. По окончании импульса тока контакты остаются в установленном состоянии до следующего импульса. Поэтому для переключения достаточно коротких, длительностью несколько миллисекунд, импульсов тока.

Как только вилка XP1 будет вставлена в один из USB-разъёмов компьютера, на коммутатор по линиям V_{bus} и GND поступит напряжение 5 В. Если при этом переключатель SA1 находится, например, в верхнем по схеме положении, оно поступит и на контакт 1 (V_{bus}) разъёма XS1, а импульс зарядного тока конденсатора C1 потечёт через обмотку I дистанционного переключателя K1 и переведёт его в состояние, при котором контакты 2 и 3 (линии D– и D+) разъёма XP1 будут соединены с одноимёнными контактами разъёма XS1.

При переводе переключателя SA1 в противоположное положение (в рассматриваемом случае нижнее по схеме) через обмотку II дистанционного переключателя зарядится конденсатор C2, а конденсатор C1 разрядится через резистор R1. Цепи V_{bus}, D– и D+ разъёма XP1 будут отсоединены от разъёма XS1 и соединены с разъёмом XS2.

Рис. 1





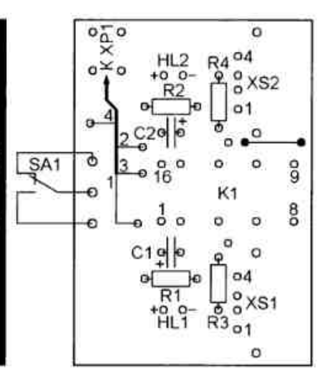


Рис. 2

Амплитуда импульсов тока, потребляемого коммутатором по цепи V_{bus} в моменты переключения, — около 30 мА. В паузах между переключениями ток потребляют только светодиоды HL1 или HL2, сигнализирующие о состоянии коммутатора.

Детали коммутатора смонтированы на печатной плате размерами 32×46 мм (**рис. 2**) из фольгированного с двух сторон изоляционного материала толщиной 1,5...2 мм. Одна сторона остаётся полностью покрытой фольгой и служит экраном, который соединён с общим проводом на другой стороне платы соединяемыми с ним выводами деталей и отрезками провода, вставленными в отверстия, показанные на рис. 2 залитыми. Все эти выводы и отрезки должны быть пропаяны с двух сторон. Отверстия под остальные выводы изолированы от экрана зенковкой предназначенных для них отверстий сверлом диаметром 3 мм. Экран покрыт влагозащитным лаком.

При изготовлении платы из материала, фольгированного только с одной стороны, экран отсутствует. Поэтому между контактными площадками с отверстиями, показанными залитыми, нужно установить проволочную перемычку.

Дистанционный переключатель FRT3H-SL2 DC 5V можно заменить на FRT3-SL2 DC 5V, который отличается лишь меньшим сопротивлением обмоток — 125 Ом вместо 167 Ом каждая. Два отверстия на плате рядом с посадочным местом для дистанционного переключателя предназначены для его фиксации проволочным хомутом в панели DIP16 в случае её применения.

Разъём XP1 — кабельная вилка USB-AM с заделанным в неё отрезком кабеля USB 2.0 длиной 50 см. Конец кабеля без разъёма прижат к печатной плате двумя медными скобками, а зачищенные от изоляции концы его проводов вставлены в предназначенные для них отверстия и припаяны к контактным площадкам. Разъёмы XS1 и XS2 — розетки USB-AF.

Переключатель SA1 должен выдерживать большое число переключений и иметь надёжные контакты. Если во время обмена информацией между компьютером и подключённым к разъёму XS1 или XS2 устройством контакт нарушится хоть на долю секунды, обмен прекратится, процесс придётся начинать заново. Я применил переключатель MTM1060. Подойдут также MTS-102, STM-102, KNX-01, рокерный переключатель MXL-102 или кнопки с фиксацией, работающие на переключение. Миниатюрные движковые и DIP-переключатели использовать не рекомендую, они не выдерживают многократных переключений.

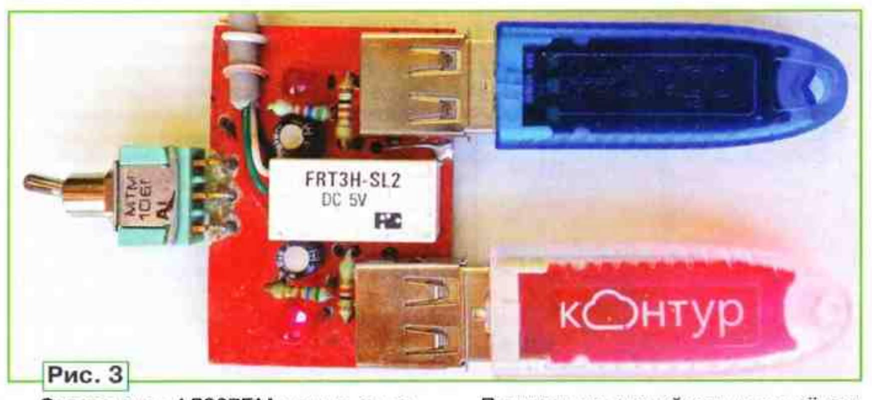


Рис. 3

Светодиоды АЛ307БМ можно заменить другими любого свечения. Для получения нужной яркости свечения, возможно, придётся подобрать резисторы R3 и R4. Конденсаторы C1 и C2 — K53-19 или любые отечественные или импортные оксидные. Все резисторы — МЛТ-0,125. На **рис. 3** показан внешний вид собранного коммутатора.

Описанный коммутатор полезен, когда требуется часто заменять подключённые к компьютеру USB-устройства, а для одновременного их подключения не хватает USB-разъёмов. Порядок работы следующий.

Подключите устройства к разъёмам XS1 и XS2 коммутатора, переведите переключатель SA1 в нужное положение, вставьте вилку XP1 в разъём USB компьютера. На плате включится светодиод, соответствующий положению переключателя. Если вставленное в разъём, соответствующий этому положению, USB-устройство исправно, операционная система компьютера его опознает и выведет сообщение о готовности к работе.

По завершении работы нужно, как обычно, подготовить устройство к безопасному извлечению. Как только операционная система компьютера разрешит выполнить эту операцию, можно будет извлечь устройство из розетки коммутатора, но можно этого и не делать. Работе с устройством, подключённым к другой розетке, оно не помешает. Чтобы активизировать другое устройство, достаточно перевести переключатель SA1 в соответствующее ему положение, что будет подтверждено включением относящегося к нему светодиода и гашением прежде включённого. Порядок обратного перехода точно такой же.

Коммутатор с обоими подключёнными к нему устройствами может постоянно оставаться присоединённым к компьютеру. При следующем включении компьютер сразу распознаёт то устройство, которое подключено к розетке, выбранной переключателем SA1.

USB-устройства (принтер, сканер, клавиатура и т. п.), для которых процедура безопасного отключения не требуется, можно просто выбирать переключателем SA1.

***От редакции**. Файл печатной платы коммутатора в формате Sprint-Layout 6.0 имеется по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/04/2xusb.zip** на нашем FTP-сервере.*

Электронный счётчик витков для намоточного станка

***Е. ГЕРАСИМОВ**, станица Выселки Краснодарского края*

Радиолюбителям довольно часто приходится наматывать трансформаторы для разрабатываемых или собираемых конструкций. Разумеется, для этого полезно иметь специальное приспособление — намоточный станок. Конструкции станков весьма разнообразны, но главное, что для удобства работы желательно, чтобы станок был оснащён счётчиком витков. Лучший вариант — безусловно, механический счётчик. Но найти подходящий, да ещё с возможностью обнуления показаний сегодня весьма проблематично. К тому же далеко не каждый счётчик удаётся приспособить к конкретному станку без значительного объёма механических работ. Поэтому радиолюбители обычно собирают электронный вариант счётчика.

Когда мне потребовалось заменить отработавший и не поддающийся уже ремонту механический счётчик витков, были, конечно же, рассмотрены самые разные варианты электронных счётчиков, в том числе описанные в журнале "Радио". Однако все они по различным причинам мне не подошли: собранные из дискретных элементов слишком сложны, микроконтроллерные проще, но чтобы собрать, например, предложенный в статье **А. Байкова** "Запоминающий реверсивный счётчик витков" ("Радио", 2011, № 8, с. 34, 35), у меня не оказалось устаревшего уже микроконтроллера PIC16F84. Поэтому пришлось разработать собственный вариант счётчика из деталей, бывших у меня в запасах. Разумеется, пришлось разработать новый алгоритм его работы и программу микроконтроллера.

Отсчёт витков предлагаемый счётчик ведёт на светодиодном индикаторе. При каждом полном обороте вала станка число на индикаторе увеличивается на единицу. Несмотря на то что индикатор трёхразрядный, программа считает витки до 9999. Просто разряд тысяч на индикаторе не отображается. Признак того, как число витков превысило 999, — не погашенные незначащие нули в разрядах десятков и сотен. При вращении вала в обратную сторону число на индикаторе с каждым оборотом уменьшается на единицу. Если в разряде тысяч ноль, то по достижении нуля на индикаторе дальнейший счёт прекращается. Если же в разряде тысяч не ноль, то за числом 000 на индикаторе последует число 999 и счёт будет продолжен.

Принципиальная схема счётчика представлена на **рис. 1**. Назначение большинства её элементов каких-либо пояснений не требует. Все основные функции выполняет микроконтроллер DD1. Датчики вращения вала — две оптопары из инфракрасных излучающих диодов VD1, VD2 и фотодиодов VD3, VD4, разделённых диском из непрозрачного для инфракрасных лучей материала с вырезанным сектором. Сигналы с фотодиодов поступают на входы GP3 и GP5 микроконтроллера. Определение направления, а также счёт витков программа ведёт, обрабатывая запросы прерывания, генерируемые при изменениях состояния датчиков.

В начале обработки каждого прерывания программа выдерживает паузу длительностью около 0,3 мс, необходимую для защиты от реакции на помехи и неустойчивые состояния фотодиодов. В качестве датчиков можно использовать и герконы, но при этом желательно увеличить защитные паузы до 2 мс. Это, однако, приведёт к уменьшению максимальной частоты вращения вала станка, при которой счётчик ещё работает корректно.

Чтобы изменить длительность паузы, придётся внести изменение в программу, откорректировав значение операнда команды movlw в подпрограмме drt, приведённой в **таблице**. Операнд не должен быть меньше единицы или больше 255. При исходно заданном значении D'10' подпрограмма генерирует задержку длительностью 35 мкс. Поскольку она вызывается трижды, длительность паузы получается равной 105 мкс. При значении D'110' пауза будет 1 мс, а при D'225' — 2 мс.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2019

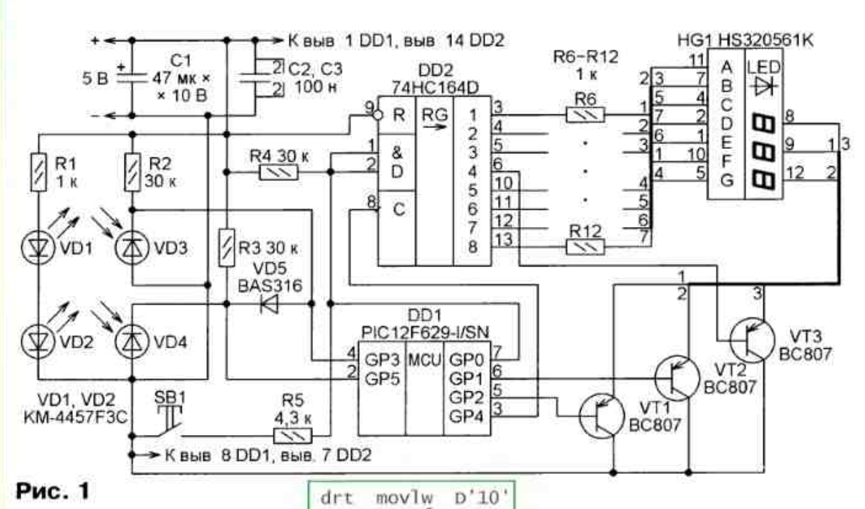


Рис. 1

```
drt   movlw   D'10'
      movwf   cnt4
mm    decfsz  cnt4
      goto    mm
      return
```

Затем программа определяет направление вращения вала и в зависимости от него добавляет к содержимому счётчика единицу или вычитает её. Полученное значение она через сдвиговый регистр DD2 выводит на светодиодный индикатор HG1. Индикация — динамическая поразрядная. Эмиттерные повторители на транзисторах VT1—VT3 уменьшают токовую нагрузку на выходы микроконтроллера, управляющие разрядами индикатора. Поскольку число выводов применённого микроконтроллера оказалось недостаточным для управления тремя разрядами индикатора HG1, сигнал управления одним из них пришлось сформировать на выводе 6 регистра DD2. Это привело к паразитному свечению этого разряда во время загрузки информации в регистр. Но поскольку продолжительность загрузки очень мала по сравнению с периодом переключения разрядов, на читаемость показаний счётчика это не влияет.

Особо нужно остановиться на назначении диода VD5. Он позволяет упростить алгоритм работы счётчика, сократив число возможных комбинаций состояний датчиков до трёх. При равномерном вращении вала станка в одну или другую сторону логические уровни на входах GP3 и GP5 микроконтроллера изменяются, как показано на графиках **рис. 2**.

Допустим, первым в момент t_1 изменилось состояние датчика, соединённого с входом GP3. Затем в момент t_2 изменилось состояние и датчика, соединённого с входом GP5. Такая последовательность изменений показывает, что вал вращается в направлении, принятом за прямое. Далее в момент t_3 вновь срабатывает первый датчик, но благодаря диоду VD5 уровень на входе GP3 остаётся низким, поэтому микроконтроллер на это не реагирует. И наконец, в момент времени t_4 ещё раз изменяется состояние второго датчика и уровень на обоих входах микроконтроллера становится высоким. Обнаружив это, программа прибавляет единицу к содержимому счётчика.

Если первым (в момент t_1) изменился уровень на входе GP5, то в момент t_3 он изменился ещё раз, а в момент t_4 изменился уровень на входе GP3. Микроконтроллер определит вращение в обратном направлении и вычтет единицу из содержимого счётчика. Обратите внимание, что изменение уровня на входе GP3 в момент t_2 будет в этом случае подавлено диодом VD5.

Вращение "вперёд"
GP3
GP5
t_1 t_2 t_3 t_4
Вращение "назад"
GP3
GP5
t_1 t_2 t_3 t_4

Рис. 2

Вращение вала намоточного станка бывает равномерным далеко не всегда. Иногда, остановив вращение, вал поворачивают на небольшие углы, например, для того, чтобы поправить неудачно лёгший провод. При этом может повторно срабатывать один и тот же датчик или чередоваться в неправильном порядке срабатывания двух датчиков. Во многих конструкциях счётчиков витков это приводит к ошибкам счёта вследствие неправильного определения направления вращения вала. Для устранения таких ошибок потребовалось усложнить алгоритм работы прибора.

Немного остановимся на работе подпрограммы отработки прерываний, вызванных изменениями связанных с состояниями датчиков уровней сигналов на входах GP3 и GP5. Для хранения информации о состоянии датчиков в оперативной памяти микроконтроллера выделен регистр, названный регистром состояния счёта (РСС). После обработки первого в цикле счёта запроса прерывания в соответствующие разряды этого регистра будет записано значение 0 (датчик сработал) или 1 (датчик не сработал). Обработка следующего запроса прерывания приведёт к установке или снятию флагов направления счёта в зависимости от состояния разрядов РСС. И наконец, при обработке последнего, третьего запроса будет увеличено или уменьшено на единицу накопленное счётчиком число, а РСС будет очищен. Если же ни один из флагов направления не был установлен, накопленное число не изменится, но РСС всё равно будет очищен.

Подробная блок-схема алгоритма работы счётчика имеется в приложении к статье. Проверка его в действии показала, что влияние описанных выше негативных факторов сведено к минимуму. Корректная работа счётчика начинается при любом исходном положении вала станка.

После загрузки сдвигового регистра программа конфигурирует линию порта GP0 микроконтроллера как вход. При отпущенной кнопке SB1 на этом входе благодаря резистору R4 установлен высокий логический уровень, что программа проверяет в каждом цикле индикации. Резистор R5 служит для защиты линии GP0 от последствий нажатия на кнопку SB1 во время загрузки информации в регистр DD2, когда эта линия сконфигурирована как выход.

При коротком (менее 500 мс) нажатии на кнопку SB1 происходит обнуление счётчика. Более длительное нажатие записывает текущее состояние счётчика в энергонезависимую память (EEPROM). На время записи выключается индикатор. При включении питания счётчика на индикатор будет выведено сохранённое в EEPROM число намотанных в предыдущем сеансе работы витков: сначала — его разряд тысяч, а приблизительно через 2 с — остальные три разряда. С него и начнётся счёт (с нуля при первом запуске программы). Это полезно, если в работе пришлось сделать перерыв, в течение которого питание было выключено.

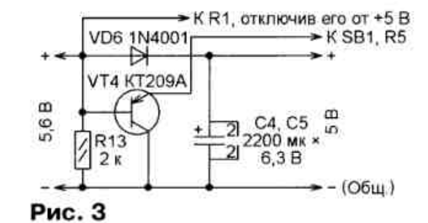
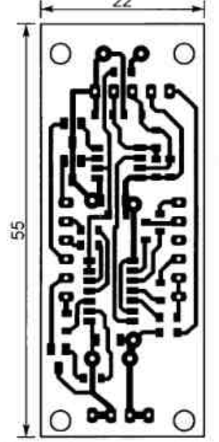


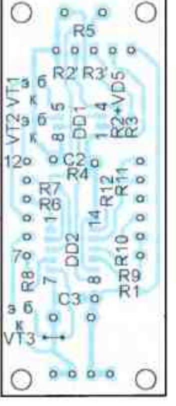
Рис. 3

При необходимости можно организовать автоматическую запись накопленного в счётчике числа в EEPROM микроконтроллера в момент выключения питания. Для этого нужно подключить параллельно кнопке SB1 нормально замкнутые контакты реле либо электронный ключ на транзисторе или оптроне, а в цепи питания счётчика установить конденсатор большой ёмкости. Управлять реле или ключом следует напряжением с входа стабилизатора напряжения питания счётчика, а на его выходе установить конденсатор большой ёмкости.

В результате отключения питающего напряжения ключ открывается. Этим он имитирует нажатие на кнопку SB1, которое запускает процедуру записи в EEPROM. Главное, чтобы заряда в установленном конденсаторе хватило для работы микроконтроллера счётчика в течение 0,8...1 с, необходимой для выполнения записи. Именно для снижения

потребляемого тока программа гасит индикатор во время этой операции. С той же целью следует питать напряжением с входа стабилизатора излучающие диоды датчиков положения вала станка, изменив, если необходимо, сопротивление резистора R1. Проверенная схема узла на транзисторе, обеспечивающего автоматическую запись показаний счётчика при выключении питания, показана **рис. 3**. Транзистор может быть практически любым маломощным кремниевым структуры p-n-p. Сравнительно мощный диод VD6 должен выдерживать зарядный ток конденсаторов C4 и C5.





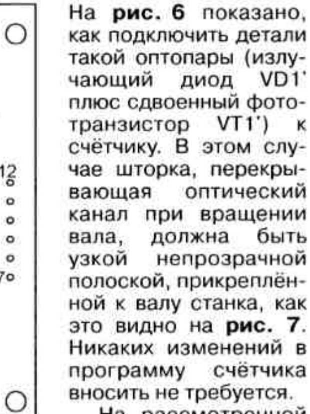


Рис. 4

Питание предлагаемого счётчика можно организовать от аккумуляторной батареи источника бесперебойного питания компьютера, выведя её напряжение 12 В и понизив его до 5 В стабилизатором напряжения. При пропадании сетевого напряжения питаемый таким образом счётчик продолжит работать, поэтому необходимость в автоматическом сохранении его состояния отпадёт. Разумеется, выход напряжения аккумуляторной батареи необходимо защитить плавкой вставкой на 3...5 А.

Все детали счётчика, кроме излучающих диодов VD1, VD2 и фотодиодов VD3, VD4, размещены на печатной плате, чертёж которой представлен на **рис. 4**. Она рассчитана на установку элементов для поверхностного монтажа, что позволило уменьшить её размеры. К сожалению, точные типы транзисторов, излучающих диодов, а также диода VD5 и фотодиодов остались неизвестными, поскольку они были выпаяны из старых печатных плат и не имеют маркировки. Поэтому на схеме указаны наиболее, по моему мнению, подходящие типы большинства из них. Внешний вид собранной платы показан на **рис. 5**.

Если вместо оптических датчиков использовать герконы, то их, скорее всего, придётся зашунтировать конденсаторами ёмкостью по 0,01 мкФ и увеличить в программе защитные паузы до 2 мс. Монтировать детали датчиков удобно на небольшой плате из полистирола, достоинство которого — дешевизна и лёгкость обработки. Правда, он легкоплавкий, поэтому паять установленные на нём детали следует быстро.

В качестве датчиков были опробованы и оптопары от "шариковых" компьютерных мышей. Их можно использовать, если нет отдельных фото- и излучающих диодов инфракрасного диапазона.



Рис. 5

На **рис. 6** показано, как подключить детали такой оптопары (излучающий диод VD1' плюс сдвоенный фототранзистор VT1') к счётчику. В этом случае шторка, перекрывающая оптический канал при вращении вала, должна быть узкой непрозрачной полоской, прикреплённой к валу станка, как это видно на **рис. 7**. Никаких изменений в программу счётчика вносить не требуется.

На рассмотренной выше печатной плате предусмотрены места для резисторов R2' и R3'. Резисторы R2 и R3 и диод VD5 в этом случае устанавливать не требуется. Если позволяет место, можно не выпаивать оптопару из платы мыши, а

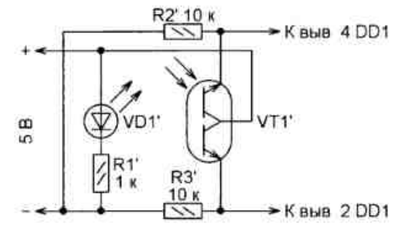


Рис. 6

установить её в нужном месте вблизи вала намоточного станка вместе с этой платой, удалив с неё лишние детали. Резисторы, выполняющие функции резисторов R1'—R3', на плате мыши уже имеются.

Следует отметить, что с датчиком от мыши заметно понижается максимальная частота вращения вала станка, при которой счётчик работает корректно. Обусловлено это тем, что кристаллы фототранзисторов в их сборке VT1' расположены слишком близко, а на обработку запросов прерываний от них микроконтроллеру требуется время, хотя и небольшое. К тому же часть времени занимают антидребезговые паузы. Проверка показала, что счётчик с таким датчиком корректно работает при частоте вращения вала не более 600 $мин^{-1}$. С дальнейшим её повышением он начинает сбиваться, а при 1000 $мин^{-1}$ останавливается. Впрочем, это ограничение для станка с ручным приводом несущественно.

Ещё один момент, свойственный всем электронным счётчикам, — неустойчивая работа при остановке вала в непосредственной близости от порогов срабатывания датчиков. При этом могут наблюдаться как промежуточные значения их выходного напряжения, так и его высокочастотные флюктуации. Это приводит к сбоям счёта. В этом плане предпочтительны герконы, обладающие некоторым гистерезисом характеристики срабатывания. Правда, с ними сильно понижается максимальная частота счёта, поскольку время срабатывания герконов гораздо больше, чем у оптических датчиков, да и антидребезговая пауза для них должна быть длиннее. Поэтому герконы пригодны лишь для счёта витков при очень медленной намотке.

Учитывая эти факторы, для увеличения максимальной частоты счёта датчики вращения рекомендуется размещать на возможно большем угловом расстоянии (вплоть до четверти окружности) один от другого. Шторку, прерывающую световой поток, рекомендуется при этом делать шириной 180 угловых градусов.

Рис. 7

Элементы оптопары (излучающий диод и чувствительный элемент) должны иметь оптические окна как можно меньших размеров и расположенные с минимальным зазором одно напротив другого. Это обеспечит наиболее чёткое срабатывание датчиков.

Программа для микроконтроллера написана в среде MPLAB IDE v8.92 на языке ассемблера MPASM. Вместе с исполняемыми кодами программы приложенный к статье файл schetchik1.hex содержит коды, автоматически записываемые программатором в EEPROM. Это обеспечивает правильную работу программы при её первом после программирования запуске.

***От редакции**. Программа микроконтроллера имеется по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/04/schet.zip** на нашем FTP-сервере.*

Регулятор мощности паяльника с предварительным прогревом

В. ИНШАКОВ, г. Балашиха Московской обл.

В литературе и Интернете можно найти немало описаний самодельных фазовых регуляторов мощности для паяльников, однако автор не смог найти среди них подходящего. В одном не предусмотрен предварительный прогрев жала, другой слишком сложен, третий слишком велик по размерам. Поэтому автором был разработан оптимальный, по его мнению, вариант регулятора мощности для простого паяльника, о котором и пойдёт речь в статье. Он полностью аналоговый, прост по схеме и лёгок в повторении.

Каждый радиолюбитель рано или поздно сталкивается с необходимостью регулирования температуры жала паяльника. Это особенно актуально, если речь идёт о паяльнике с медным жалом. Оно существенно удобнее в работе по сравнению с необгораемым жалом, покрытие на котором легко повредить, хватает одного погружения в некоторые флюсы. Плохое качество пайки, трудность лужения некоторых медных на вид проводов, отслоение печатных проводников от платы при пайке — вот не полный перечень проблем, связанных с перегревом жала.

Простые широкодоступные паяльники не имеют встроенного регулятора температуры (мощности). Существуют, конечно, варианты со встроенным регулятором или более дорогие с термодатчиком, как у паяльной станции. Но зачастую они рассчитаны на работу с паяльником мощностью не более 60 Вт, а стандартное необгораемое жало непопулярно у профессионалов.

Предлагаемый регулятор, используя фазовый метод регулирования, управляет мощностью, отдаваемой в чисто активную (омическую) нагрузку, которой является и паяльник. По существу, он превращает простой паяльник в "паяльную станцию", позволяя комфортно работать как с необгораемыми, так и с медными жалами. В нём предусмотрены таймер предварительного разогрева жала с сигнализирующим о режиме разогрева светодиодом и фильтр, ослабляющий высокочастотные помехи, создаваемые регулирующим элементом — тринистором.

Плата описываемого регулятора мощности уместилась в корпусе зарядного устройства для сотового телефона. После доработки им заменяют стандартную сетевую вилку паяльника.

Схема регулятора представлена на **рис. 1**. Он состоит из следующих узлов:

— защитной цепи из плавкой вставки FU1 и варистора RU1, гасящего высоковольтные всплески напряжения;

— помехоподавляющего фильтра C2C4L1, построенного из деталей от КЛЛ;

— фазового регулятора из [1] на элементах C1, C3, R2—R4, VS1, VS2;

— таймера на элементах C5, R6—R12, VD3, VT1, VT2 с кнопкой повторного запуска SB1;

— переключателя мощности VT3 с сигнальным светодиодом HL1;

— выпрямителя на диодном мосте VD2 для питания всего устройства;

— узла питания таймера — резисторов R1, R5 и стабилитрона VD1.

Применение в качестве регулирующего элемента не симистора, а диодного моста VD2 в связке с тринистором VS2 обусловлено необходимостью питать таймер пульсирующим напряжением. RC-цепь R2R3C1 в начале каждого полупериода сетевого напряжения задерживает нарастание напряжения, приложенного к закрытому симметричному динистору VS1. Задержку регулируют переменным резистором R2 практически от нуля до длительности полупериода (10 мс). Как только напряжение на динисторе достигает приблизительно 32 В, он открывается и открывает мощный тринистор VS2. С этого момента и до конца полупериода напряжение сети поступает на нагрузку, а цепь питания узла управления зашунтирована открытым тринистором. В следующем полупериоде процесс повторяется. Чем больше задержка, тем меньше мощность, выделяемая на паяльнике, и ниже температура его жала.

Сопротивление резистора R3 подобрано так, чтобы при минимальном введённом сопротивлении переменного резистора R2 не перегружать управляющий электрод тринистора, добиться минимальной задержки и обеспечить приемлемую яркость свечения светодиода HL1.

Пороговый элемент таймера — триггер Шмитта на транзисторах VT1 и VT2, причём транзистор VT1 — полевой. Это необходимо для максимизации входного сопротивления триггера, что позволяет уменьшить его влияние на времязадающую цепь R6R7C5. При указанных на схеме номиналах этих элементов выдержка таймера регулируется в интервале 1...4,5 мин. Если нужны другие границы этого интервала, следует изменить номиналы резисторов R6, R7 и конденсатора C5.

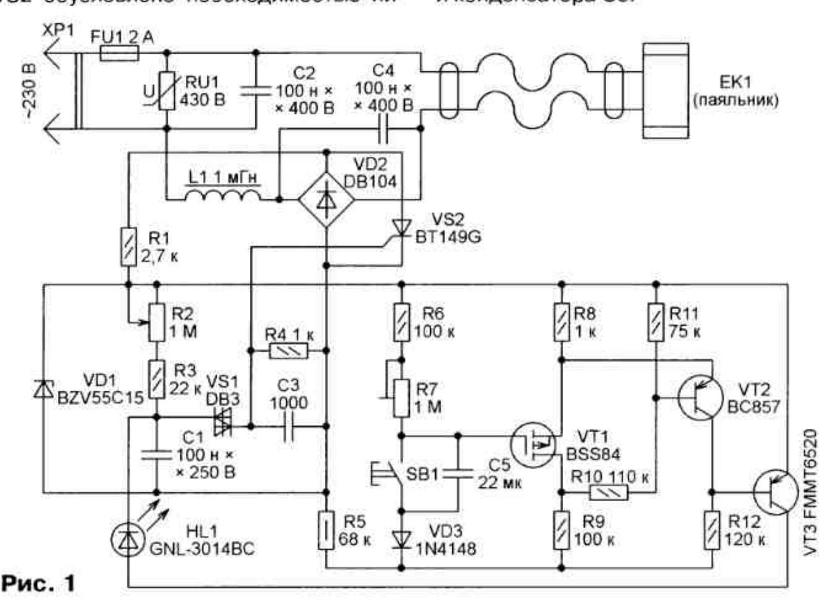


Рис. 1

В момент включения устройства в сеть конденсатор C5 разряжен, поэтому транзистор VT3 открыт. В этом состоянии резисторы R2 и R3 времязадающей цепи фазового регулятора зашунтированы открытым участком коллектор—эмиттер транзистора VT3 и светодиодом HL1. Поэтому задержка открывания тринистора VS2 минимальна, а мощность нагрева паяльника максимальна. Идёт его предварительный прогрев. Синее свечение светодиода HL1 показывает, что паяльник ещё холодный и не готов к работе. После зарядки конденсатора C5 до напряжения переключения триггера транзистор VT3 закрывается и регулятор переходит в нормальный рабочий режим с регулировкой мощности переменным резистором R2. Нажатием на кнопку SB1 можно в любой момент перезапустить таймер и

на время его выдержки перевести паяльник в режим максимальной мощности. Это бывает полезно при пайке массивных деталей и толстых проводов.

Прим. ред. *В рассматриваемом устройстве ток разрядки конденсатора С5 при нажатии на кнопку SB1 ограничен только сопротивлением её контактов и ЭПС этого конденсатора. Поэтому полезно включить последовательно с кнопкой резистор сопротивлением несколько сотен ом, что устранит быстрое обгорание контактов кнопки и опасность повреждения самого конденсатора.*

Таймер питается выпрямленным диодным мостом VD2 пульсирующим напряжением, стабилитрон VD1 ограничивает его амплитуду до 15 В. Такое решение позволяет уменьшить номиналы элементов времязадающих цепей. Кроме того, прерывистое питание устраняет неустойчивое состояние триггера Шмитта при медленном изменении напряжения на его входе.

Чертёж печатной платы регулятора изображён на **рис. 2**. Печать односторонняя, но детали размещены на двух её сторонах, как показано на том же рисунке. При использовании указанных на схеме деталей регулятор пригоден для работы с паяльниками мощностью до 120 Вт. Для паяльника большей мощности придётся выбрать более мощные тринистор, диодный мост и дроссель. Но на предлагаемой печатной плате такие детали уже не уместятся, придётся разрабатывать новую.

Резисторы CA9MH2,5-1MB и CA6PH2,5-1MA, применённые в качестве соответственно R2 и R7, по своей конструкции подстроечные. Однако для резисторов серии CA9 производитель предлагает съёмные ручки [2] из изоляционного материала, превращающие их в регулировочные. Одной из этих ручек я и воспользовался. Кроме того, резистор R2 выбран с логарифмической зависимостью сопротивления от угла поворота движка. Это позволило получить более плавное изменение мощности вблизи её минимума.

Плёночные конденсаторы С2 и С4 извлечены из неисправных КЛЛ. Конденсатор С1 — полипропиленовый KEMET R79GC31504040K, подойдёт любой другой плёночный на указанное на схеме или большее напряжение. К сожалению, применение здесь керамических конденсаторов или плёночных на меньшее напряжение приводило к неустойчивой работе регулятора, а в некоторых случаях он вовсе не работал.

Транзистор FMMT6520 в корпусе SOT-23 и с допустимым напряжением коллектор—эмиттер минус 350 В не имеет аналогов. Однако испытания показали устойчивую работу в качестве VT3 транзисторов MMBTA92, PMBTA92, KST92MTF, BF821 с предельным напряжением минус 300 В. Их намного легче найти.

Резистор R5 — металлоокисный С2-23 0,5 Вт. Его можно заменить двумя соединёнными последовательно углеродными резисторами сопротивлением 33 кОм и мощностью 0,25 Вт.

Плавкая вставка FU1 — Littelfuse 0672002 или отечественная серии ВП4. Дроссель L1 от КЛЛ применим при мощности нагрузки не более 40 Вт. Если мощность больше, он перегревается, его нужно заменить рассчитанным на больший ток, да и ёмкость конденсаторов С2 и С4 желательно увеличить до 0,15 мкФ. Параметры фильтра не критичны, можно и вовсе без него обойтись, однако при этом на близкорасположенную электронную технику могут воздействовать создаваемые тринистором регулятора помехи.

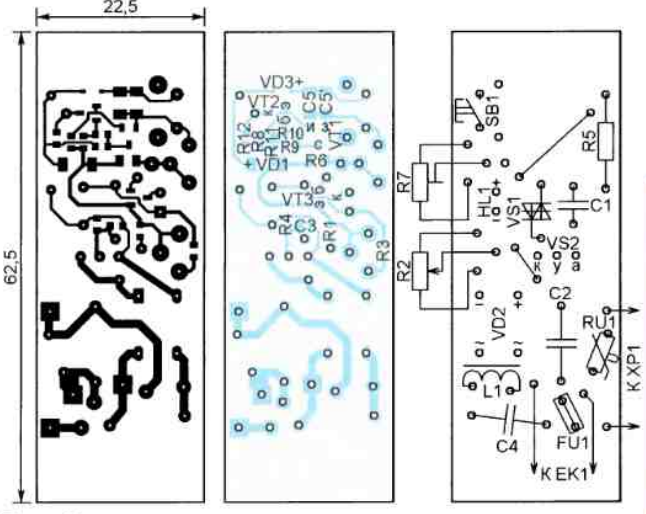


Рис. 2

Светодиод HL1 подойдёт суперъяркий любого свечения. Светящийся светодиод обычной яркости может оказаться практически незаметным, так как средний текущий через него ток очень мал.

Конденсатор С5 — многослойный керамический типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Оксидный конденсатор здесь недопустим из-за большого тока утечки. Чтобы иметь возможность составить конденсатор нужной ёмкости из двух меньшей ёмкости, на плате предусмотрено дополнительное посадочное место, обозначенное С5'.

В качестве диодного моста VD2 может быть использован любой из DB104—DB108. Перед монтажом плавкой вставки FU1 на её длинный вывод наденьте тонкую изоляционную трубку. Чтобы обеспечить пожаробезопасность, желательно защитить аналогичным образом и весь корпус вставки.

Внешний вид готовой платы регулятора показан на **рис. 3**. Перед первым включением её в сеть удалите остатки флюса со стороны печатных проводников. Устройство должно заработать сразу, в противном случае проверьте качество и правильность монтажа. Налаживание регулятора заключается в установке длительности прогрева и проверке пределов регулировки мощности для конкретного паяльника.

Прежде всего, поверните движки переменного и подстроечного резисторов в положения максимальной мощности и наиболее продолжительного прогрева (крайние по часовой стрелке). Секундомером засеките время от включения паяльника до достижения его жалом температуры плавления припоя и запомните его. Далее поверните оба движка до упора в противоположную сторону. Нажмите и отпустите кнопку SB1 для повторного запуска таймера. С помощью секундомера измерьте время, прошедшее от отпускания кнопки до выключения светодиода HL1. Постепенно поворачивая движок подстроечного резистора R7 в сторону увеличения этого времени и перезапуская таймер, установите продолжительность прогрева паяльника, близкую к требуемой.

Рис. 3



Если требуемой продолжительности прогрева добиться не удаётся, можно сместить интервал её регулирования в нужную сторону, увеличив или уменьшив ёмкость конденсатора С5. При необходимости параллельно этому конденсатору можно подключить ещё один.

После регулировки таймера дождитесь, пока светодиод HL1 погаснет, и установите переменным резистором R2 необходимую температуру паяльника. На этом налаживание регулятора завершено. По его завершении рекомендую покрыть сторону печатных проводников платы тремя слоями влагозащитного лака Plastik-71. Готовую и налаженную плату поместите в корпус, например, от зарядного устройства для сотового телефона.

Этот корпус нужно вскрыть и удалить из него всё, находящееся внутри, за исключением сетевой вилки. Замерьте штангенциркулем извлечённую плату зарядного устройства. Обычно она имеет форму трапеции. Плата регулятора преднамеренно сделана с запасом по ширине, обрежьте её по этим размерам.

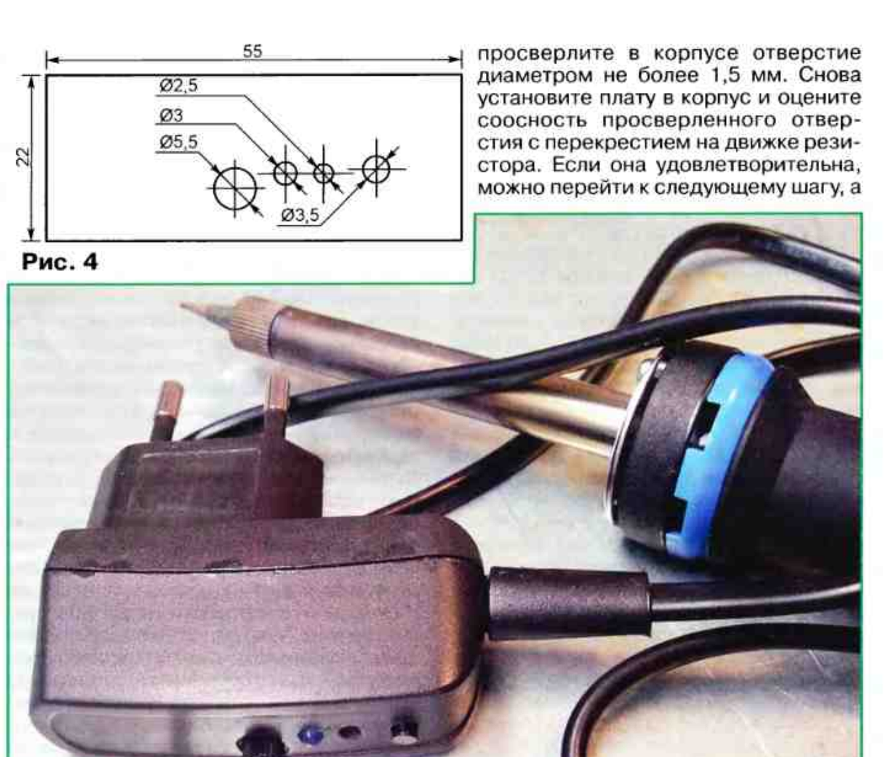


Рис. 4

Рис. 5

Примерьте плату к корпусу и как можно точнее обозначьте на его внутренней поверхности центр будущего отверстия для ручки управления переменным резистором R2. По этой метке просверлите в корпусе отверстие диаметром не более 1,5 мм. Снова установите плату в корпус и оцените соосность просверленного отверстия с перекрестием на движке резистора. Если она удовлетворительна, можно перейти к следующему шагу, а в противном случае сделать снаружи корпуса новую, более точную метку.

Теперь следует приложить к корпусу шаблон, чертёж которого в масштабе 1:1 приведён на **рис. 4**. Центр наибольшего из отверстий шаблона совместите с просверленным отверстием или сделанной меткой, затем шилом наметьте центры остальных отверстий. По сделанной разметке просверлите в корпусе все нужные отверстия. Их диаметры указаны на шаблоне.

Завершив подготовку корпуса, отрежьте от шнура паяльника сетевую вилку. Затем пропустите шнур без вилки внутрь корпуса сквозь резиновый уплотнитель и припаяйте разделанные концы его проводов к контактным площадкам платы регулятора, обозначенным на рис. 2 "К ЕК1". Провода следует вставлять в отверстия контактных площадок со стороны установки крупных деталей. Контактные площадки, обозначенные на рис. 2 "К ХР1", соедините гибкими монтажными проводами со штырями имеющейся в корпусе сетевой вилки.

Прежде чем закрывать корпус, вытяните из него излишки шнура паяльника через резиновый уплотнитель и зафиксируйте шнур в уплотнителе каплей клея. Если мощность паяльника более 100 Вт, рекомендую сделать в корпусе регулятора несколько вентиляционных отверстий. Внешний вид паяльника с регулятором показан на **рис. 5**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кузнецов А.** Симисторный регулятор мощности с низким уровнем помех. — Радио, 1998, № 6, с. 60, 61.

2. CA9 — CE9 Shafts. — URL: **https://www.acptechnologies.com/catalogue/potentiometers/ca9-ce9/ca9-ce9-shafts/** (17.02.19).



Часы-метеостанция

А. ДЫМОВ, г. Оренбург

Налаживание головного устройства и работа с ним

После полной сборки головного устройства и проверки его монтажа установите в модуль часов реального времени элемент питания, подключите все модули и кабели к предназначенным для них разъёмам и включите устройство в сеть ~230 В. Убедитесь в работоспособности подсветки экрана ЖКИ, измерьте в любом доступном месте основной или дополнительной платы напряжение на выходе выпрямителя, которое должно быть не менее 6,5 В. Измерьте в любых доступных точках основной платы выходные напряжения интегральных стабилизаторов DA1 и DA2 и убедитесь, что они близки соответственно к 5 В и 3,3 В.

Для приемлемой точности работы АЦП микроконтроллера необходимо измерить точное значение его образцового напряжения и записать его как константу в EEPROM микроконтроллера. Лучше всего измерять это напряжение цифровым вольтметром с пределом измерения 3,999 В при разрешении 0,001 В. Можно в крайнем случае воспользоваться вольтметром с разрешением 0,01 В, но при этом несколько возрастёт погрешность АЦП. Измерив образцовое напряжение между выводами 31 и 32 микроконтроллера ATmega32A-PU, нужно запомнить полученное значение. Рассмотрим на примере, как записать его в EEPROM микроконтроллера.

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2019, № 3

Предположим, что измеренное значение — 2488 мВ (или 0x09B8 в шестнадцатеричной системе счисления). Откройте приложенный к статье файл Cloc_Meteo4_2.eep с помощью любого текстового редактора, например "Блокнота" Windows. Если изменения в этот файл ранее не вносились, его первая строка выглядит, как показано на **рис. 15**, и соответствует образцовому напряжению 2505 мВ (0x09C9). Два младших шестнадцатеричных разряда суммы всех байтов (пар шестнадцатеричных цифр) этой строки, включая число информационных байтов и контрольную сумму, равны нулю:

Контрольная сумма
16 информационных байтов
:10000000C90900000000000000000000000001E
Старший байт константы
Младший байт константы
Назначение строки (запись в память)
Адрес записи первого инф. байта
Число инф. байтов в строке (16)

Рис. 15

```
(0x10+0xC9+0x09+0x1E) mod 256=0.
```

По этому критерию компьютер, прочитав строку, определяет, что ошибок при её чтении допущено не было.

Теперь нужно заменить младший и старший байты старого значения образцового напряжения на соответствующие байты результата его измере-

ния и вновь просуммировать все байты строки, на этот раз без контрольной суммы:

0x10+0xB8+0x09=0xD1.

Чтобы получить нули в двух младших разрядах, к ней нужно добавить байт контрольной суммы, равный

0x100–0xD1=0x2F.

Заменив им прежний байт контрольной суммы, получите окончательно

```
:10000000B8090000000000000000000000000000002F
```

Выполните описанные действия с реально измеренным значением образцового напряжения и сохраните отредактированный файл. Для расчётов в шестнадцатеричной системе счисления удобно пользоваться "Калькулятором" Windows, переключив его в вид "Программист".

Программатор-отладчик AVR DRAGON, которым я пользовался для загрузки программы в микроконтроллер, требует обязательного наличия напряжения питания программируемого микроконтроллера на контакте 2 разъёма программирования. Это необходимо для автоматического согласования логических уровней сигналов программатора и микроконтроллера и обеспечивается установкой перемычки S1. При использовании программатора, не обладающего такой функцией, перемычку следует снять.

Коды из файла Cloc_Meteo4_2.hex загрузите в программную (FLASH) память микроконтроллера, а из файла Cloc_Meteo4_2.eep — в его EEPROM. Конфигурацию микроконтроллера запрограммируйте в соответствии с **табл. 1**. После запуска программы на ЖКИ будет выведена заставка, затем сообщение об инициализации устройства. После этого оно подаст звуковой сигнал и перейдёт в основной режим работы, в котором на экране ЖКИ каждые 5 с сменяются следующие сообщения:

Таблица 1

Разряд	Знач.	Разряд	Знач.
OCDEN	1	BODLEVEL	1
JTAGEN	1	BODEN	0
SPIEN	0	SUT1	1
CKOPT	0	SUT0	1
EESAVE	1	CKSEL3	1
BOOTSZ1	1	CKSEL2	1
BOOTSZ0	1	CKSEL1	1
BOOTRST	1	CKSEL0	1

0 — запрограммировано;
1 — не запрограммировано.

```
☺ 00:00  ⌂+00° ☂+00°

☺ 00:00  ◊00% ▲754мм

☺ 00:00  Пн 01.01.18
```

Текущее время с мигающим разделителем часов и минут отображается постоянно. Через некоторое время место символа улыбки в первой позиции строки займёт символ грусти:

```
☹ 00:00  ⌂+00° ☂ 00°
```

Это означает, что головное устройство не обнаружило радиосенсоры. Все не связанные с ними функции часы-метеостанция будет выполнять и в этой ситуации, а поиск радиосенсоров продолжится до их возможного обнаружения.

Символ домика рядом со значением температуры показывает, что она измерена в помещении, а символ зонтика — вне его. Символ капли предшествует значению относительной влажности воздуха в помещении. После символа ртутного барометра выведено значение атмосферного давления в миллиметрах ртутного столба. В режиме календаря на ЖКИ выведено двухбуквенное условное обозначение дня недели, а затем число, месяц и год.

Нажатием на кнопку SB2 входят в меню установки времени. Вход сопровождается звуковым сигналом, а на экран ЖКИ выводится сообщение

```
☺ Время 00:01:36 +02
```

Курсор в виде подчёркивания находится в первой (крайней левой) позиции. Нажимая на кнопки SB1 и SB4, перемещайте курсор в зоны часов и минут, а кнопками SB2 или SB3 устанавливайте нужные значения в каждом разряде. При попытке изменить значение секунд оно обнуляется.

В правой части строки находится выраженная в часах поправка к местному времени относительно московского. Она используется при автоматической коррекции показаний часов по СПВ. Значение и знак поправки можно изменять. При её нулевом значении знак отсутствует.

Для выхода из меню установки времени переместите курсор в первую позицию. Следующим нажатием на кнопку SB2 входят в меню установки даты:

```
☺  Дата Пн 01:01:18
```

Изменяют выведенные значения аналогично тому, как это делалось при установке времени. Для выхода из меню перемещают курсор в первую позицию.

Ещё одним нажатием на кнопку SB2 входят в меню установки будильника:

```
☺ Будильник 00:00 р.
```

Установка времени срабатывания будильника не отличается от установки текущего времени. Переключаемые символы "р" или "с" в конце строки означают тип сигнала будильника: "р" — включение радиоприёмника, "с" — подача прерывистого звукового сигнала. Далее нижний вертикальный штрих показывает, что будильник выключен, а символ колокольчика показывает, что он включён:

```
☺ Будильник 06:00 с♫
```

Для выхода из меню установки будильника переместите курсор в первую позицию. После очередного нажатия на кнопку SB2 будет показано измеренное АЦП микроконтроллера напряжение элемента резервного питания модуля часов реального времени:

```
☺ Бат. часов  3,22 В
```

Никакие изменения внести в эту строку невозможно. Следующее нажатие на кнопку SB2 выведет на ЖКИ значение напряжения аккумулятора, установленного в радиосенсоре наружной температуры:

```
☺ Бат.сенсора 0,00 В
```

Когда связь с радиосенсором отсутствует, ЖКИ показывает нулевое напряжение. В эту строку тоже нельзя внести изменений.

Далее, нажав на кнопку SB2, войдите в меню автоматического поиска и записи в память устройства частот радиостанций диапазона FM:

```
☺ Ап-00 87,0 МГц Ф
```

Две цифры после надписи "Ап" (автоматический поиск) означают число радиостанций, частоты которых зафиксированы в памяти. Далее выведена текущая частота настройки приёмника, в данном случае она самая низкая в диапазоне FM. Символом "Ф" обозначена позиция, в которую нужно перевести курсор, чтобы записать текущую частоту настройки в память.

Искать радиостанции можно вверх или вниз по частоте, но её значения записывают в память только в порядке повышения. Если текущая частота настройки ниже максимальной, уже записанной в памяти, придётся перевести курсор в первую позицию строки и повторить поиск и запись частот заново, начиная с минимальной частоты. Всего может быть записано 50 частот, причём одну и ту же частоту записать более одного раза невозможно. Последнюю выполненную запись можно отменить, а также сколько угодно раз полностью удалить все записи и выполнить повторный поиск и запись.

Звук приёмника включается при выводе курсора из первой позиции нажатиями на кнопки SB1 или SB4. Если перевести курсор в зону отображения частоты, то после нажатия на кнопку SB2 начнётся поиск вверх по частоте, а после нажатия на кнопку SB3 — вниз по частоте. Поиск останавливается, если на текущей частоте принят радиосигнал любого происхождения. Его можно продолжить повторным нажатием на одну из кнопок SB2 или SB3.

Когда поиск остановлен, можно, переведя нажатиями на кнопку SB1 курсор

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2019

в зону, где показано число зафиксированных частот, нажатием на кнопку SB2 вывести здесь оценочный уровень принимаемого сигнала. Повторное нажатие на ту же кнопку возвратит на экран число зафиксированных частот.

Для записи новой частоты переместите курсор нажатиями на кнопку SB4 в позицию символа "Ф". Теперь после нажатия на кнопку SB2 к нему будет добавлен символ "з", а курсор-подчёркивание сменится негативным изображением символа:

`Ап-00 90.5 МГц Фз`

Так будет продолжаться до подтверждения записи нажатием на кнопку SB2 или её отмены нажатием на кнопку SB3. С подтверждением записи число зафиксированных частот возрастёт на единицу:

`Ап-01 90.5 МГц Ф`

Если после записи курсор с символа "Ф" никуда не перемещался, то повторным нажатием на кнопку SB2 только что выполненную запись можно отменить. При этом в ожидании подтверждения отмены курсор изменит форму, а рядом с символом "Ф" появится символ "с":

`Ап-01 90.5 МГц Фс`

Удаление записи уменьшит число зафиксированных частот на единицу. Не перемещая курсор, можно повторять запись и её отмену неограниченное число раз. После перемещения курсора удалить одну запись уже нельзя, но можно удалить все записи одновременно. Поэтому в процессе записи нужно быть внимательным, не торопясь и осмысленно нажимать на кнопки, стараясь не выводить курсор в первую позицию до завершения всей процедуры поиска и записи. Иначе придётся начинать эту процедуру заново.

Частоту радиостанции, которая будет по умолчанию использоваться для приёма СПВ, необходимо найти и записать, как было описано выше. Затем, не изменяя положение курсора, нажать на кнопку SB3. При этом появится прямоугольный курсор подтверждения операции записи этой частоты, как используемой по умолчанию. В ожидании подтверждения операции строка будет выглядеть так:

`Ап-02 91.0 МГц Фз`

Подтвердите запись повторным нажатием на кнопку SB3 или отмените её нажатием на кнопку SB2. В дальнейшем частота радиостанции, выбранной по умолчанию для приёма СПВ, будет отмечаться на ЖКИ апострофом:

`Ап-02'91.0 МГц Ф`

Если после её выбора курсор не перемещался, выбор можно отменить повторным нажатием на кнопку SB3. После него строка на экране примет вид

`Ап-02'91.0 МГц Фс`

Как и в других случаях, отмену нужно подтвердить или отказаться от неё. В процессе дальнейшего поиска можно частоту, назначенную ранее для приёма СПВ, заменить на другую, более высокую. При этом прежний выбор будет отменён.

Если необходимо заменить частоту на более низкую или исправить другую допущенную при поиске и записи частот ошибку, следует перевести курсор в зону отображения числа записанных частот и нажатием на кнопку SB3 с дальнейшим подтверждением удалить все записи.

Перемещением курсора в первую позицию и нажатием на кнопку SB2 входят в меню прослушивания радиостанций диапазона FM:

`FM-02 91.0 МГц у02`

Это возможно только при наличии записанных в памяти фиксированных частот. При входе в меню приёмник всегда автоматически настраивается на частоту радиостанции, выбранной по умолчанию для приёма СПВ. Звук включается выводом курсора из первой позиции нажатием на кнопку SB1 или SB4. Уровень сигнала отображается на ЖКИ справа за символом "у".

Установив курсор в зону значения частоты, нажатиями на кнопки SB2 и SB3 переходят с одной фиксированной частоты на другую. При установке курсора в зону номеров записанных частот нажатиями на кнопки SB2 и SB3 переходят от отображения номера частоты к отображению уровня сигнала на этой частоте и обратно. При установке курсора в позицию символа "у" теми же кнопками изменяют громкость воспроизведения принимаемого сигнала от 0 до 15 относительных единиц.

Для автоматической коррекции показаний часов устройство использует все шесть звуковых посылок СПВ, передаваемых радиовещательными станциями. Первые пять посылок длительностью по 100 мс служат для распознавания СПВ, длительностью шестой посылки закодирован, согласно **табл. 2**, номер часа по московскому времени, в начале которого передан сигнал.

Для выделения СПВ применён декодер на основе узкополосного фильтра, настроенного на частоту звуковых посылок, который как всякий фильтр на некоторое время задерживает проходящий через него сигнал. Благодаря усилителю-ограничителю эта задержка постоянна. Она может быть измерена и записана в память микроконтроллера как константа для точной корректировки времени. Для этого предназначен следующий пункт меню калибровки декодера СПВ:

`Калибр.Авк 00 0000`

Чтобы выполнить калибровку, нужно соединить аудиокабелем гнездо XS1 (см. рис. 5) часов-метеостанции с гнездом компьютера, предназначенным для подключения головных телефонов. Уровень выходного сигнала компьютера рекомендую установить заведомо превышающим уровень создаваемых компьютером помех.

В приложенной к статье папке Cloc_Meteo/СПВ содержатся аудиофайлы СПВ для всех 24 часов. Для калибровки необходимо найти в ней и использовать соответствующий нулевому часу файл Time_00.wav с длительностью всех шести посылок по 100 мс. Его следует воспроизвести, например, с помощью "Проигрывателя" Windows.

После однократного воспроизведения файла переведите курсор во вторую слева позицию и нажмите на кнопку SB2, разрешив этим прерывание программы по СПВ. Отменяют это разрешение нажатием на кнопку SB3. О том, что прерывания разрешены, свидетельствует символ "^" во второй позиции:

`^Калибр.Авк 00 0000`

При разрешённых прерываниях повторно запустите воспроизведение того же файла. При этом четырёхзначное число на экране ЖКИ станет показывать текущее число периодов синусоиды в принимаемом сигнале. Когда приняты все шесть посылок, прерывания будут автоматически запрещены, выполнен расчёт калибровочной поправки и её значение выведено на ЖКИ в виде двухзначного числа:

`_Калибр.Авк 29 0600`

Значение 600 свидетельствует о том, что приняты шесть звуковых посылок по 100 периодов синусоиды частотой 1 кГц в каждой. Эту процедуру можно повторить несколько раз, чтобы убедиться в устойчивости получаемого результата. При разрешении прерываний предыдущий результат обнуляется.

В дальнейшем калибровочную поправку можно корректировать вручную по результатам работы с реальным сигналом от радиоприёмника. Для этого установите курсор в зону калибровочной поправки и изменяйте её нажатиями на кнопки SB2 и SB3. На практике изменять её в ту или иную сторону более чем на одну-две единицы не приходится. При установке курсора в первую позицию калибровочная поправка записывается в EEPROM микроконтроллера.

Следующий после определения калибровочной поправки пункт меню предназначен для проверки автоматической коррекции показаний часов с учётом отличия местного времени от московского. Проверка выполняется

Таблица 2

Час	Длительн. шестой посылки СПВ, мс	Час	Длительн. шестой посылки СПВ, мс
0	100	12	340
1	120	13	360
2	140	14	380
3	160	15	400
4	180	16	420
5	200	17	440
6	220	18	460
7	240	19	480
8	260	20	500
9	280	21	520
10	300	22	540
11	320	23	560

без реального воздействия на показания часов реального времени. На ЖКИ выводится строка

```
☺ ТестАвк --:00 0000
```

Соедините часы-метеостанцию с компьютером, как было описано выше. Запустите воспроизведение файла Time_00.wav. Делать это первый раз рекомендую, не разрешая прерывания. Затем переместите курсор во вторую позицию и нажатием на кнопку SB2 разрешите прерывания, для его отмены можно нажать на кнопку SB3. Разрешение подтвердит символ "^" во второй позиции строки:

```
☺^ТестАвк --:00 0000
```

Запустите воспроизведение файла Time_00.wav повторно, при этом пойдёт счёт зафиксированных периодов синусоиды. Если декодирование прошло успешно, его результат будет отображён с учётом поправки на местное время (в данном случае на два часа):

```
☺_ТестАвк 02:00 0600
```

Аналогично можно проверить декодирование всех файлов, имеющихся в папке Cloc_Meteo/СПВ, чтобы убедиться в его правильности. Если помехи от компьютера приводят к сбоям декодирования, досрочно запрещая прерывания (что можно определить по исчезновению символа "^"), необходимо подобрать уровень сигнала, подаваемого с компьютера.

В следующем пункте меню задают период повторения автоматической коррекции показаний часов. Если он ещё не задан, на экран выводится строка

```
☺ Время Авк --:--
```

Пока период остаётся незаданным, доступен пункт меню

```
☺ Запуск Авк
```

Он был введён для отладки программы, и я предполагал, что удалю его по её завершении. Но решил оставить. Здесь нажатие на кнопку SB1 или SB4 — ручной вход в режим автоматической коррекции показаний часов, который будет рассмотрен позже. В этом режиме нужно подавать СПВ от компьютера, как при проверке их декодера. Это будет приводить к соответствующей коррекции показаний часов реального времени с последующим автоматическим выходом из этого режима.

Можно повторять эту операцию сколько угодно раз, подавая различные СПВ. Правда, после использования этого режима необходимо будет войти в меню установки времени и установить точное время вручную. Если СПВ не подавать, то выход из режима запуска коррекции произойдёт автоматически через четыре минуты после разрешения прерываний.

Но вернёмся к установке периода автоматической коррекции. Сделать это можно только после определения калибровочной поправки. При нажатии на кнопку SB4 для перемещения курсора в следующую позицию на экране ЖКИ будет выведена следующая строка:

```
☺ Период_Авк -- час
```

Нажатиями на кнопки SB2 или SB3 переключаются между установкой периода повторения или времени начала автоматической коррекции показаний часов:

```
☺ Время_Авк  00 час
```

Если задан период, то коррекция станет повторяться через заданное число часов, если задано время, она происходит в начале заданного часа каждых суток.

Чтобы задать период, переместите курсор под прочерки и нажатиями на кнопки SB2 или SB3 установите нужное значение. Рекомендую сначала задать период длительностью один час, чтобы понаблюдать за процессом коррекции. При выборе ежесуточной коррекции укажите конкретный час её выполнения.

Переход в режим автоматической коррекции показаний будет происходить за две минуты до назначенного времени. При перемещении курсора в первую позицию на ЖКИ выводится строка со временем предстоящего перехода

```
☺ Время Авк  13:58
```

Дополнительный пункт меню теперь открываться не будет. Поскольку автоматическая коррекция показаний часов работает только в основном режиме, нажатием на кнопку SB2 следует возвратиться в него:

```
☺ 13:06 ⌂+00° ♀+00°
```

Если к моменту коррекции часы устройства отстают или спешат более чем на минуту, нужно вручную установить время более точно. Затем нажать на кнопку SB1 для включения радиоприёмника, что будет подтверждено появлением символа "р" после разряда единиц минут. Убедившись, что приёмник принимает нужную радиостанцию, повторным нажатием на кнопку SB1 его звук можно выключить, символ "р" исчезнет.

За две минуты до назначенного времени произойдёт автоматический переход в режим коррекции:

```
Авк 13:58:36 0000
```

Такая же строка будет выведена и при ручном запуске автокоррекции из дополнительного пункта меню. В ней отображены текущее время и четырёхзначное число — результат подсчёта числа периодов синусоиды в СПВ. Это число хорошо характеризует работу всей системы автокоррекции и при необходимости поможет вручную изменить калибровочную поправку. Радиоприёмник будет включён с заблокированным УМЗЧ, кнопки управления также будут заблокированы, что исключит всякое вмешательство в выполнение автокоррекции. После успешного завершения процесса будет выведена строка, подобная следующей:

```
Авк 14:00:00 0840
```

Она будет оставаться на экране в течение 5 с, далее устройство возвратится в основной режим.

При любом сбое автоматической коррекции произойдёт преждевременное возвращение в основной режим. Оно произойдёт и в случае, если СПВ не будут обнаружены в течение четырёх минут. Коррекция при этом будет перенесена на следующий час.

Исходя из опыта эксплуатации часов-метеостанции, нужно сказать, что больше всего мешает автоматической коррекции реклама в передачах радиостанций, обычно начинающаяся за несколько минут до передачи СПВ. К счастью, декодер СПВ довольно успешно отсеивает помехи, поэтому сбои происходят нечасто. В нашей местности СПВ в диапазоне FM передают три радиостанции: "Маяк", "Вести FM" и "Радио России". Дикторы радиостанций "Маяк" и "Вести FM" продолжают говорить даже во время передачи СПВ, поэтому для приёма этих сигналов была выбрана радиостанция "Радио России", где такие случаи не наблюдались.

Когда работают все устройства системы, на экране ЖКИ поочерёдно появляются сообщения, подобные следующим:

```
☺ 14:00 ⌂+24° ♀-12°

☺ 14:00 ◊13% ▲756мм

☺ 14:00 Ср 12.12.18
```

Улыбающийся смайлик становится грустным, если нет связи с радиосенсорами либо напряжение резервного элемента питания часов реального времени или аккумулятора радиосенсора наружной температуры ниже допустимого. При потере связи радиосенсора с наружным датчиком температуры в выводимой строке появляется восклицательный знак:

```
☺ 14:00♫⌂+24° ♀!00°
```

Для использования будильника необходимо в соответствующем меню установить нужное время подачи сигнала и выбрать его тип. После этого в основном режиме можно включать или выключать будильник нажатиями на кнопку SB4. О включённом будильнике свидетельствует символ колокольчика после разрядов минут:

```
☺ 14:00♫⌂+24° ♀-12°
```

Сигнал сработавшего будильника звучит пять минут. Его можно выключить досрочно однократным нажатием на любую кнопку.

***От редакции**. Программа микроконтроллера головного блока часов-метеостанции и звуковые файлы сигналов проверки времени имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/04/CL-MET2.zip** на нашем FTP-сервере.*

(Окончание следует)

Клюшка-металлоискатель

В. ДЖУГАН, г. Алушта, Крым



Расположим две магнитные антенны на небольшом расстоянии одна от другой так, чтобы их стержни были перпендикулярны, причём ось стержня одной (передающей) антенны была направлена точно в середину стержня другой (приёмной). Если вблизи антенн нет металлических предметов, то в таком положении в приёмной антенне сигнал передающей близок к нулю, так как первая находится в минимуме диаграммы направленности второй.

Если теперь внести в поле передающей антенны металлический предмет, он исказит это поле и напряжение на выходе приёмной антенны возрастёт. По его значению можно судить о расстоянии между антеннами и предметом. Но определить вид металла (чёрный или цветной) невозможно, так как сигнал на выходе приёмной антенны увеличивается в присутствии любого металлического предмета.

Чтобы различить вид металла, нужно немного сместить антенны от описанного выше "нулевого" положения. Теперь, если с приближением предмета напряжение на выходе приёмной антенны монотонно растёт, это один вид металла. В противном случае оно сначала падает и доходит до минимума, далее напряжение растёт, как и в первом случае. Следовательно, по наличию или отсутствию "провала" в зависимости напряжения от расстояния до предмета можно судить о виде металла, из которого сделан предмет. Поскольку находки из цветных металлов более важны, рекомендую подбирать взаимное положение антенн так, чтобы при приближении к ним цветного металла уровень сигнала сразу начинал возрастать.

На практике объекты поиска чаще всего бывают неправильной формы и могут состоять из деталей, сделанных из разных металлов. Поэтому зависимость напряжения от расстояния оказывается более сложной. Приходится вести поиск, перемещая металлоискатель в разных направлениях и руководствуясь накопленным опытом.

Схема генераторно-приёмной части металлоискателя с двумя ферритовыми антеннами изображена на **рис. 1**. Генератор — двухтактный на транзисторах VT1 и VT2. Желательно, чтобы они имели близкие параметры. Передающая антенна WA1 и приёмная WA2 должны быть одинаковыми. Их обмотки намотаны внавал на стержнях из феррита 400НН или 600НН диаметром 10 мм и длиной 60 мм и содержат по 500 витков провода ПЭЛ диаметром 0,18 мм, сложенного вдвое. Место сгиба провода разрезают, после чего начало одного из проводов обмотки соединяют с концом её второго провода — это средняя точка.

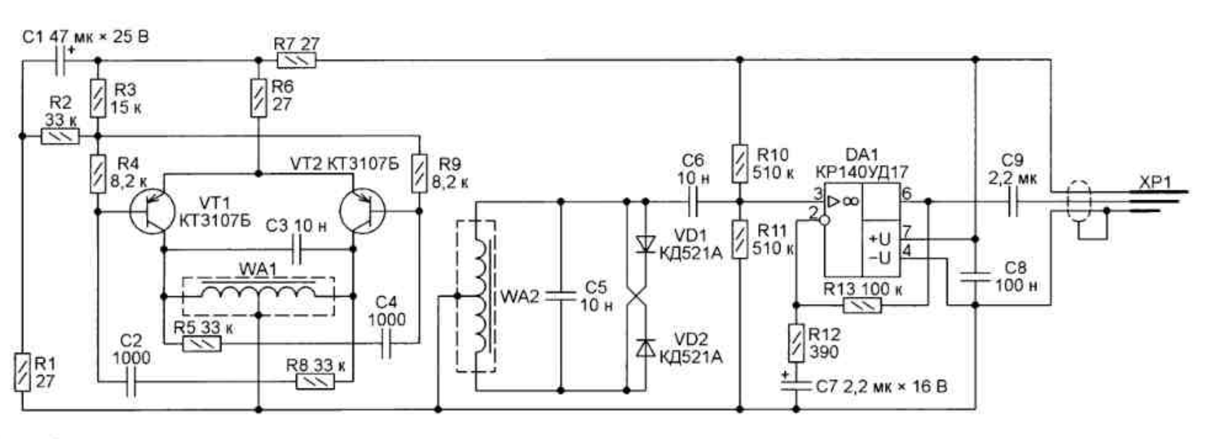


Рис. 1

Для защиты от помех антенны экранируют алюминиевой фольгой. Чтобы фольга не образовала замкнутый виток, между краями её листа, обёрнутого вокруг антенны, оставляют зазор 3...4 мм. Вывод экрана делают, прижав к фольге зачищенный от изоляции и залуженный конец провода, после чего обматывают всю антенну липкой лентой. Средние точки обмоток и экраны соединяют вместе и подключают к общему проводу устройства.

При налаживании генератора постоянные резисторы R2 и R4 временно заменяют переменными резисторами сопротивлением 100 кОм. Резистор R9 пока не устанавливают, поэтому будет работать только транзистор VT1. Переменными резисторами добиваются максимальной амплитуды сигнала между коллектором транзистора VT1 и средним выводом обмотки антенны WA1. Измеряют найденное сопротивление переменного резистора и устанавливают в качестве R4 и R9 постоянные резисторы такого же сопротивления.

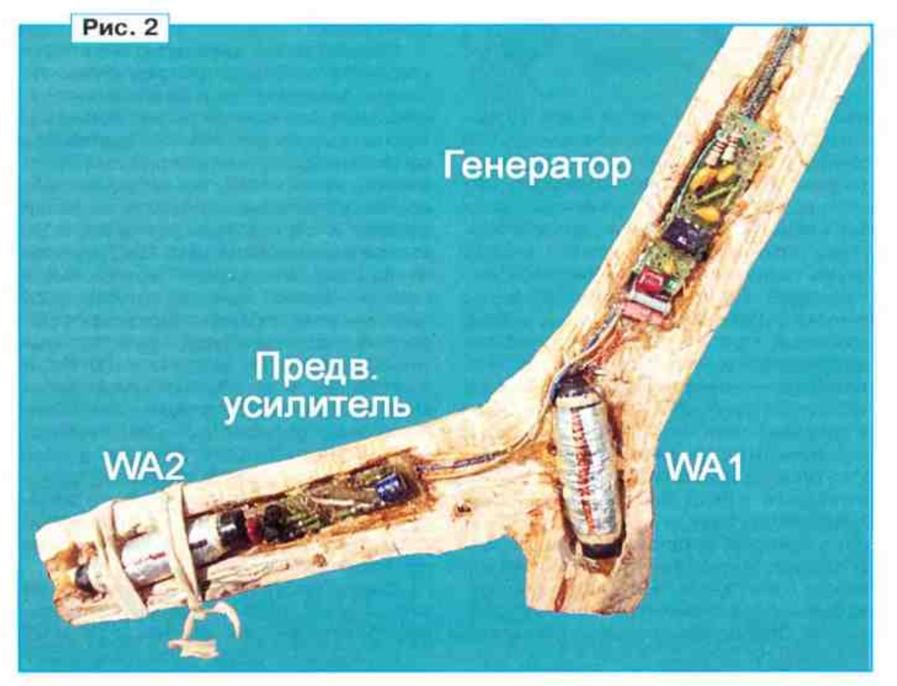
После этого в разрыв провода, соединяющего резистор R6 с резисторами R3, R7 и конденсатором C1, включают миллиамперметр. Регулировкой переменного резистора, установленного вместо постоянного R2, добиваются минимальных показаний миллиамперметра при амплитуде сигнала на коллекторах транзисторов не менее 7,5 В. Заменяют перемен-

ный резистор постоянным найденного сопротивления и исключают миллиамперметр.

Далее, собрав усилитель на ОУ DA1, располагают магнитные антенны WA1 и WA2 на расстоянии 0,8...1 м. Их продольные оси должны быть параллельны и перпендикулярны соединяющей середины стержней линии. Изменяя ёмкость конденсаторов С3 и С5, настраивают в резонанс контуры магнитных антенн по максимуму сигнала на выходе усилителя.

Генератор и предварительный усилитель, смонтированные на платах размерами 50×10 мм, я разместил в крюке деревянной клюшки, как показано на **рис. 2**. Такую клюшку с древком длиной около 1 м можно сделать из сухой ветки дерева, расщепив её вдоль, или выпилить из двух сухих досок. В каждой половине клюшки выдолблены ниши под генератор, усилитель и антенны. В нишах одной из половин я закрепил эти узлы (кроме одной из антенн) текстильной тесьмой, а затем эпоксидным клеем, не применяя металлические крепёжные изделия. Кабель длиной 1,5...2 м со штекером ХР1 (стереофоническим диаметром 3,5 мм или 2,5 мм) проложил внутри древка клюшки. Качеству экранирования этого кабеля нужно уделить особое внимание, иначе он будет антенной, собирающей все возможные помехи.

Рис. 2



Необходимо убедиться, что амплитуда сигнала на среднем контакте штекера ХР1 не превышает 50 мВ. Точное положение незакреплённой антенны предстоит подобрать в полевых условиях при поиске реальных металлических предметов. Лишь после этого её можно зафиксировать и склеить половины клюшки. Готовая клюшка покрыта водостойким лаком.

На **рис. 3** представлена схема оконечного усилителя с детектором и стрелочным индикатором и мультивибратора, генерирующего импульсы, следующие с зависящей от уровня входного сигнала звуковой частотой. Нумерация элементов на этой схеме продолжает начатую на рис. 1.

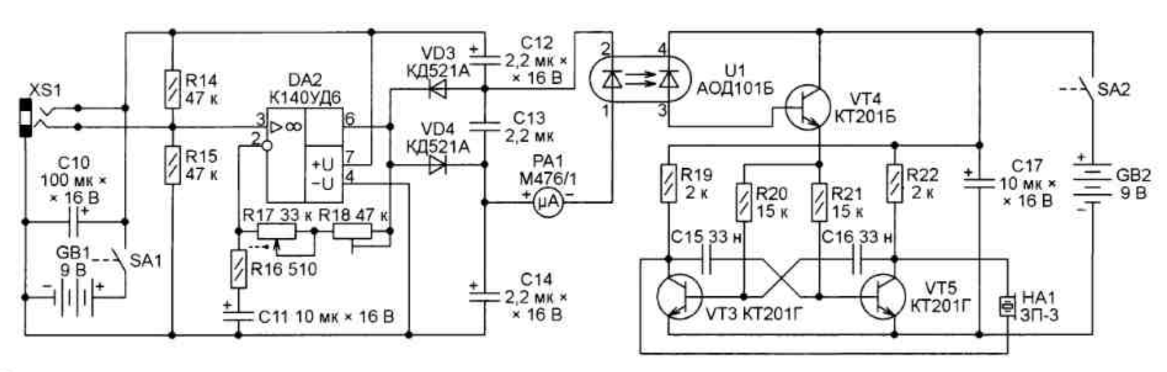


Рис. 3

ОУ DA2 усиливает сигнал, поступающий на его неинвертирующий вход с выхода предварительного усилителя через разъём XS1. Коэффициент усиления грубо устанавливают подстроечным резистором R18 и оперативно регулируют переменным резистором R17. Усиленный сигнал выпрямляют диоды VD3 и VD4. Напряжение на конденсаторе С13 и ток, текущий через излучающий диод оптрона U1 и микроамперметр PA1, пропорциональны уровню принятого сигнала.

Когда излучающий диод оптрона освещает его фотодиод, сопротивление последнего падает, в результате чего открывается транзистор VT4, управляющий током через частотозадающие резисторы R20 и R21 мультивибратора, собранного на транзисторах VT3 и VT5. Следовательно, частота колебаний мультивибратора и высота тона звука пьезоизлучателя HA1 тем больше, чем сильнее сигнал, принятый магнитной антенной WA2.

Собранный узел помещён в подходящий пластмассовый корпус вместе с батареями питания GB1 и GB2. Потребление тока от каждой из них не превышает 7 мА. На верхней панели корпуса размещены входной разъём XS1, регулятор усиления R17, микроамперметр PA1 и выключатели питания. Напротив находящегося внутри корпуса пьезоизлучателя звука HA1 в его стенке просверлено несколько отверстий. Носят прибор в сумке на поясе, расстёгивая её во время поиска, чтобы были слышны звуковые сигналы, видна шкала микроамперметра и имелся доступ к органам управления.

Установив в собранном приборе с помощью резисторов R17 и R18 стрелку микроамперметра на середину шкалы, поднесите для проверки к антеннам металлический предмет. Положение стрелки и тон звукового сигнала должны измениться.

В отсутствие поблизости металлических предметов уровень сигнала меняется, например, в зависимости от свойств грунта. Подстраивать его можно с помощью мелкой монеты, перемещая её по древку клюшки и зафиксировав в найденном положении липкой лентой. ■

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Коммутатор дверного звонка

А. МЕЛЬНИКОВ, г. Барнаул

На страницах журнала "Радио" было опубликовано немало описаний конструкций дверных звонков, начиная от простых, выполненных на одной микросхеме или нескольких транзисторах, и заканчивая сложными, построенными с применением микроконтроллеров и предоставляющие, помимо основной своей функции, ещё и дополнительные возможности (регистрацию числа звонков в дверь в отсутствие хозяина, функции охранной сигнализации и прочее). Однако к большинству из этих звонков невозможно подключить несколько звонковых кнопок таким образом, чтобы при нажатии на каждую из кнопок звучал свой звуковой сигнал. Исключением является конструкция [1], представляющая собой звонок, предназначенный для коммунальных квартир и воспроизводящий разные мелодии при нажатии на одну из четырёх кнопок.

Потребность в дверном звонке, реагирующем на нажатие одной из нескольких кнопок определённым звуковым сигналом, может возникнуть не только в коммунальной квартире, но и, например, на складе, имеющем несколько входов, расположенных с разных сторон здания, или на дачном участке, который расположен между двумя улицами и также имеет несколько входов. Применительно к дачному участку с тремя входами задачу можно довольно просто решить, применив три отдельных дверных звонка с различным звучанием, но здесь возникает несколько проблем. Во-первых, найти в продаже три однотипных звонка, звучание которых значительно отличается одно от другого, не так-то просто; во-вторых, нужно запомнить соответствие между звуками звонков и входами, у которых установлены их кнопки. В-третьих, длина линий, соединяющих звонки с кнопками, получается довольно большой, а сами кнопки смонтированы на заземлённых металлических столбах калиток и эксплуатируются на открытом воздухе, поэтому наличие гальванической связи между кнопками и сетью 230 В недопустимо. Устройство [1] также не подходит для решения этой задачи, так как провода, идущие от устройства к кнопкам, во избежание наводок должны быть обязательно экранированными.

Предлагаемое вниманию читателей устройство создано для решения описанной выше задачи и позволяет получить один, два или три звонка при нажатии на одну из трёх кнопок. Устройство не является дверным звонком в прямом смысле этого слова, так как не способно самостоятельно подавать звуковой сигнал, а служит коммутатором, подключающим звонок к сети 230 В нужное число раз в зависимости от того, какая кнопка нажата. Все три кнопки подключены параллельно к одной двухпроводной соединительной линии, которая гальванически не связана с сетью, а длительность и частота нажатий на кнопку не имеют никакого значения, поскольку устройство обеспечивает равную длительность звонков и пауз между ними, а также заданное время цикла, в течение которого звучат звонки, поэтому определить номер нажатой кнопки по числу звонков на слух не составляет труда.

Схема устройства приведена на **рис. 1**. При подаче напряжения питания фототиристоры оптронов U1 и U2

DD1 К561ИЕ10
DD2 К561ЛА9
VT1, VT2 КТ3107И
U1—U3 АОУ115В
VD1—VD6 1N4007
VD9 КС170А
VD10—VD16 КД522А

Рис. 1

закрыты, поэтому закрыты и диоды VD10, VD11 и на входах сброса R счётчиков микросхемы DD1 присутствует высокий логический уровень, поступающий через резистор R10 и устанавливающий счётчики в нулевое состояние. Так как на всех входах элемента DD2.3 присутствует напряжение высокого логического уровня, на его выходе — низкий уровень, поэтому мигающий светодиод HL5, выполняющий роль тактового генератора, обесточен. Низкий уровень напряжения с выхода Q3 (вывод 13) счётчика DD1.2 открывает транзистор VT1, соединяющий аноды светодиодов HL6, HL7 с плюсовой линией питания, а благодаря низкому уровню напряжения в точке соединения резистора R9 и стабилитрона VD9 открывается транзистор VT2, в результате чего через светодиод HL4 и излучающий диод оптрона U3 начинает протекать ток. Фототиристор оптрона U3, включённый в диагональ диодного моста VD2—VD5, открывается в начале каждого полупериода сетевого напряжения, поэтому в линии, соединяющей кнопки звонка с устройством, протекает ток, вызывающий свечение светодиодов HL1—HL3, предназначенных для подсветки кнопок звонка.

Через светодиоды HL1 и HL2 ток протекает в разных полупериодах сетевого напряжения, а через светодиод HL3 — в обоих полупериодах, так как он включён в диагональ диодного моста VD8. Величина тока через светодиоды определяется сопротивлениями резисторов R2, R4, R6 и при указанных на схеме номиналах составляет 5,5 мА, поэтому падения напряжения на резисторе R3 недостаточно для включения светоизлучающих диодов оптопар U1 и U2.

При нажатии на кнопку SB1 светодиод HL1 и резистор R2 оказываются зашунтированными контактами этой кнопки, поэтому ток через резистор R3 возрастает до 20 мА и напряжения на нём становится достаточно для включения светоизлучающего диода оптопары U1. При этом фототиристор этой оптопары открывается и поддерживается в открытом состоянии током, текущим через светодиод HL6, а на входах элементов, соединённых с анодом фототиристора, появляется напряжение низкого уровня. В результате этого диод VD11 открывается и на входах сброса счётчиков микросхемы DD1 появляется низкий логический уровень, разрешающий их работу, а на выходе элемента DD2.3 низкий уровень напряжения сменяется высоким, поэтому мигающий светодиод HL5 начинает генерировать тактовые импульсы, поступающие на вход C2 счётчика DD1.1.

По спаду второго тактового импульса на выходе Q2 этого счётчика появляется напряжение высокого уровня, которое через диод VD12 поступает в точку соединения резистора R9 и стабилитрона VD9, в результате чего транзистор VT2 закрывается, светодиод HL4 гаснет, а через светоизлучающий диод оптопары U3 перестаёт протекать ток. Так как фототиристор оптопары U3 закрывается и остаётся в закрытом состоянии, через кнопки звонка перестаёт протекать ток, поэтому светодиоды HL1—HL3 остаются погашенными до окончания цикла работы устройства. Этим обеспечивается не только визуальная индикация срабатывания устройства, но и предотвращение включения фототиристора оптопары U2, которое может произойти при нажатии на кнопки SB1, SB3 и привести к подаче неверного звукового сигнала.

Дальнейшую работу устройства удобно проиллюстрировать с помощью диаграмм, показанных на **рис. 2**. При открытом фототиристоре оптопары U1 и переключателе SA1, находящемся в показанном на схеме положении, высокий логический уровень на выходе Q3 счётчика DD1.1 появится через четыре такта (вспышки мигающего светодиода HL5) и будет присутствовать на этом выходе в течение четырёх тактов. При этом транзистор VT3 открыт, реле K1 включено и контакты K1.1 замкнуты, поэтому звонок, подключённый к клеммам XT3 и XT4 устройства, издаёт звуковой сигнал. По прошествии следующих четырёх тактов на выходе Q3 счётчика DD1.1 вновь появляется высокий логический уровень, но так как на всех входах элемента DD2.1 в это время присутствует высокий логический уровень, а на его выходе — низкий, диод VD15 открыт и напряжения на затворе транзистора VT3 недостаточно для его открывания.

Когда на выходе Q3 счётчика DD1.2 появится высокий логический уровень, транзистор VT1 закроется и ток через фототиристор оптопары U1 станет меньше тока удержания, поэтому фототиристор закроется и на входах сброса счётчиков DD1.1, DD1.2 появится высокий логический уровень, который установит их в исходное состояние. При этом откроются транзисторы VT1, VT2, включатся светодиоды HL1—HL4 и устройство будет готово к приёму следующего сигнала от кнопок SB1—SB3. Таким образом, при нажатии на кнопку SB1 на затворе транзистора VT3 высокий уровень напряжения появится лишь один раз в течение всего цикла работы устройства (рис. 2,и), в результате прозвучит лишь один звонок.

При нажатии на кнопку SB2 открыт фототиристор оптопары U2 (рис. 2,к). При нажатии на кнопку SB3 открыты фототиристоры обеих оптопар (рис. 2,л). Этот цикл работы устройства аналогичен описанному выше, но с той лишь разницей, что при нажатии на кнопку SB2 в работу включается элемент DD2.2, запрещающий прохождение третьего звонка, а при нажатии на кнопку SB3 на выходах элементов DD2.1, DD2.2 будет всё время присутствовать высокий логический уровень, поэтому звонок прозвучит три раза. Нажатие на кнопку SB2 сопровождается включением светодиода HL7, а при нажатии на кнопку SB3 будет включён как светодиод HL6, так и светодиод HL7. Длительность звонков и пауз между ними, а также длительность цикла работы всего устройства определяются частотой вспышек мигающего светодиода HL5 и положением переключателя SA1. При частоте вспышек светодиода около 1,5 Гц в верхнем по схеме положении контактов переключателя SA1 длительность звонков и пауз равна при-

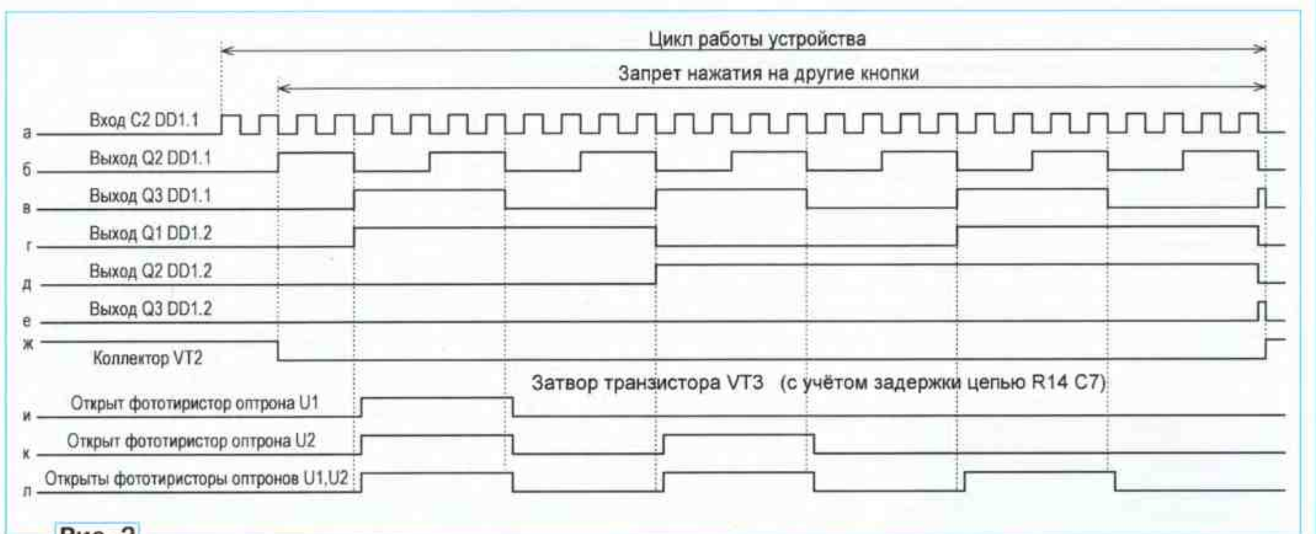


Рис. 2

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

близительно 3 с, а продолжительность цикла — 20 с. В нижнем по схеме положении переключателя указанные выше временные интервалы уменьшаются в два раза.

Конденсатор C7 совместно с резистором R14 образуют интегрирующую цепь, задерживающую появление высокого уровня напряжения на затворе транзистора VT3 на время, необходимое для закрывания фототиристоров оптронов и установку счётчиков микросхемы DD1 в исходное состояние, что предотвращает "лишнее" кратковременное срабатывание реле K1 в момент окончания цикла работы устройства. Резистор R15 служит для поддержания низкого уровня напряжения на затворе транзистора VT3 в случае нарушения контакта в переключателе SA1. Конденсаторы C5 и C6 предотвращают возможное открывание фототиристоров при подаче питающего напряжения, а диоды VD12—VD14 обеспечивают закрытое состояние транзистора VT2 в течение всего цикла работы устройства. Стабилитрон VD9 служит для надёжного закрывания транзистора VT2, поскольку прямое напряжение на диодах VD12—VD14 сравнимо с напряжением на эмиттерном переходе транзистора и при отсутствии стабилитрона транзистор VT2 закрывается не полностью.

Источник питания устройства образован понижающим трансформатором T1, переменным напряжением с его вторичной обмотки питаются элементы, непосредственно связанные с кнопками SB1—SB3. Реле K1 получает питание с выхода диодного моста VD7, остальные элементы устройства питаются напряжением 12 В, стабилизированным микросхемой DA1. Конденсаторы C1, C2 — сглаживающие, C3, C4 — блокировочные, резистор R1, включённый в цепь первичной обмотки трансформатора T1, выполняет роль предохранителя, перегорая в случае замыкания в первичной обмотке трансформатора.

Большинство деталей устройства смонтированы на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм, чертёж которой приведён на **рис. 3**. Вывод 3 микросхемы DD1 перед её монтажом на плату следует отогнуть, а вывод 10 — отогнуть и соединить с выводом 16 с помощью изолированного провода. Мигающий светодиод HL5 можно установить как непосредственно на плату, так и вынести за её пределы, резисторы R14, R15 монтируют на плате перпендикулярно, а конденсатор C2 — параллельно плате непосредственно на корпусе микросхемы DD2, предварительно обернув его изоляционной лентой и приклеив к корпусу микросхемы. Резистор R7 монтируют над микросхемами DD1, DD2 в самую последнюю очередь, его выводы удлиняют изолированными проводниками, а сам резистор помещают в отрезок термоусаживаемой трубки. Диод VD17 смонтирован непосредственно на выводах реле K1.

Микросхема DA1 в теплоотводе не нуждается, так как потребляемый в дежурном режиме по цепи +12 В ток не превышает 6 мА. В течение рабочего цикла устройства потребляемый ток

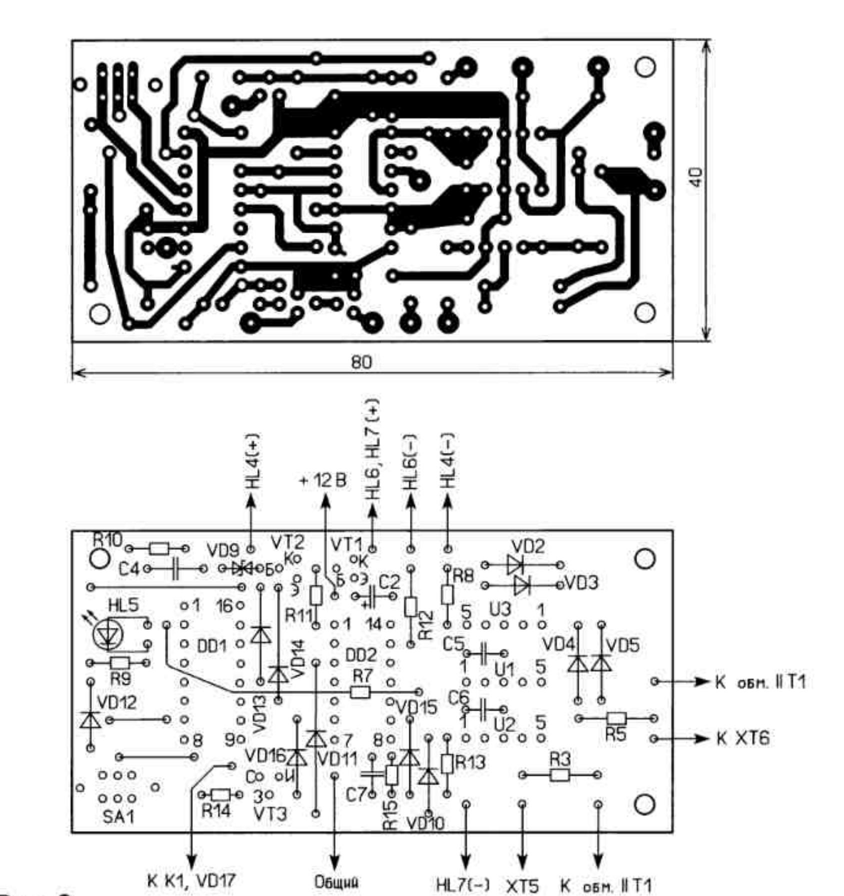


Рис. 3

возрастает до 22 мА, но так как цикл непродолжителен, микросхема не успевает нагреться. Однако при случайном замыкании в линии, идущей к кнопкам, или "залипании" контактов одной из кнопок устройство может находиться в режиме рабочего цикла длительное время, поэтому микросхему DA1 всё же желательно снабдить небольшим теплоотводом.

Резистор R1 — импортный разрывной в керамическом корпусе, его можно заменить плавким предохранителем на ток 0,25 А. Остальные резисторы — любого типа соответствующей мощности рассеяния. Оксидные конденсаторы — K50-35 или импортные, остальные конденсаторы — керамические или плёночные, например, КМ или K73-17. Вместо диодов КД522А подойдут другие маломощные диоды, например, КД521, 1N4148, остальные диоды — любые из серии 1N400x. Вместо диодных мостов КЦ412Б можно использовать КЦ405 с любым буквенным индексом или составить их из отдельных диодов. Стабилитрон VD9 не обязательно двуханодный, подойдёт любой с напряжением стабилизации 5...7 В, подключённый катодом к базе транзистора VT2. Транзисторы VT1, VT2 — КТ3107 или КТ361 с любыми буквенными индексами, транзистор 2N7000 можно заменить отечественным транзистором КП504 с любым буквенным индексом. Микросхему КР142ЕН8Б можно заменить импортной микросхемой 7812, вместо микросхем К561 можно использовать микросхемы серии КР1561 или импортные функциональные аналоги. Тиристорные оптопары АОУ115 можно использовать с любым буквенным индексом или применить вместо них оптопары АОУ103 также с любым буквенным индексом (с учётом различий в типе корпуса и расположении выводов).

Трансформатор — любой подходящий малогабаритный с напряжением на вторичной обмотке 20 В при токе до 100 мА, реле K1 — OMRON G2R-1-E-AST (номинальное напряжение обмотки — 24 В) или аналогичное. Можно применить реле с напряжением 12 В, подключив его верхний по схеме вывод вместе с катодом диода VD17 к выходу стабилизатора DA1. Светодиод HL5 — любой подходящий мигающий, остальные светодиоды — любые с максимально допустимым током не менее 10 мА, на месте HL4 желательно использовать светодиод зелёного свечения, а HL6, HL7 — красного. Переключатель SA1 — движковый ПД31, обе группы контактов которого соединены параллельно. В случае применения другого переключателя с большими габаритами его можно вынести за пределы платы. Если изменять длительность звонка и цикла работы устройства не планируется, переключатель SA1 можно исключить из устройства, установив вместо него перемычку.

В авторском варианте устройство смонтировано в корпусе неисправного электросчётчика "Меркурий 201.5"

(**рис. 4**). Измерительный шунт между клеммами 1 и 2 удалён, а сами клеммы использованы для подачи напряжения питания и подключения нагрузки, причём порядок расположения клемм в устройстве и их функциональное назначение такие же, как и у электросчётчика (контакт 1 — фаза, 3 и 4 — нулевой провод). Колодка с двумя клеммами, изначально предназначенная для подключения проводников импульсного выхода, оставлена на прежнем месте и используется для подключения линии, идущей к кнопкам звонка. Трансформатор T1 закреплён между имеющимися в корпусе стойками с помощью клея "Момент". Этим же клеем к корпусу реле K1 приклеен Г-образный кронштейн, дополнительно закреплённый изоляционной лентой и служащий для крепления реле к дну корпуса.

Микросхема DA1 закреплена на металлической пластине, имеющей отогнутые перпендикулярно плоскости пластины лепестки с отверстиями, в которых нарезана резьба M3. На этой же пластине смонтирован диодный мост VD7, а также конденсаторы C1 и C3, а сама пластина прикреплена ко дну корпуса с помощью винта M3 с потайной головкой. Печатная плата размещена в верхней части корпуса, резистор R1 помещён в отрезок термоусаживаемой трубки и размещён в промежутке между корпусом реле и сетевыми клеммами. Светодиоды HL4, HL6, HL7 закреплены с помощью клея в отверстиях пластины из полистирола, которая с помощью стойки высотой 8 мм и винта M3 крепится к металлической пластине, на которой смонтирована микросхема DA1. Вид на монтаж устройства представлен на **рис. 5**.



Рис. 4

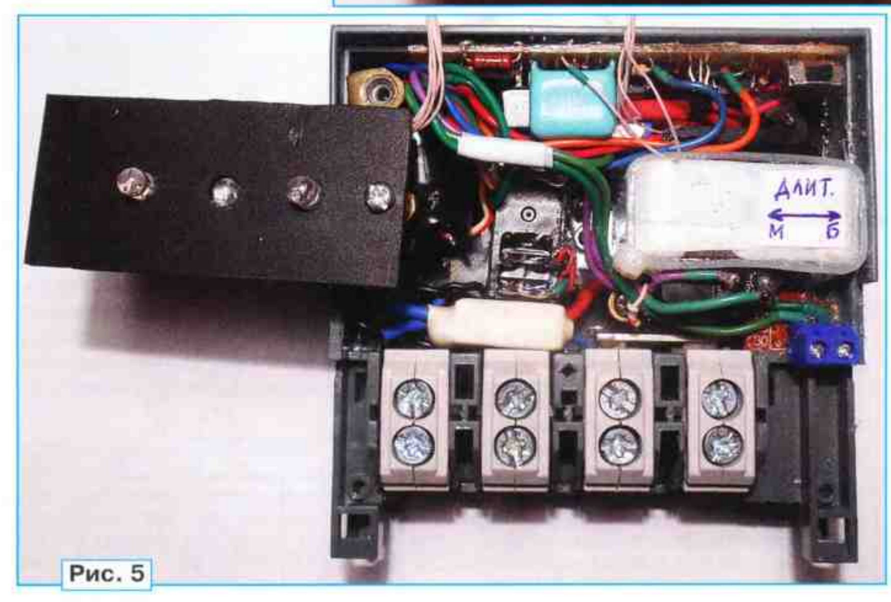


Рис. 5

Собранное правильно и из исправных деталей устройство начинает работать сразу. Однако следует помнить, что различные экземпляры фототиристоров могут иметь разные значения тока включения и тока удержания. В соответствии с [2] максимальное паспортное значение тока включения — 20 мА, а тока удержания — 10 мА, поэтому в случае, если фототиристоры оптопар не открываются или не удерживаются в открытом состоянии, следует уменьшить сопротивления резисторов R8, R12, R13 или подобрать оптопары с меньшим значением тока включения и удержания. Величину тока, протекающего через светодиоды подсветки кнопок в дежурном режиме, можно уменьшить или увеличить, изменив сопротивление резисторов R2, R4, R6, а нужный ток включения фототиристоров оптопар U1 и U2 нужно установить подборкой сопротивления резистора R3.

Устройство может управлять как электромеханическим, так и электронным звонком. Электронный звонок должен начинать воспроизводить звуковой сигнал сразу после подачи напряжения питания, иначе пауза, предшествующая началу звучания звонка, скажется на длительности звонка, формируемого устройством. При использовании электромеханического звонка или звонка, включаемого через трансформатор, параллельно выводам такого звонка следует подключить конденсатор ёмкостью 0,47 мкФ. Следует применить импортный конденсатор с допустимым значением переменного напряжения не менее 250 В или плёночный конденсатор К73-17 с номинальным напряжением 630 В. Этот конденсатор уменьшает силу искры на контактах реле K1 и снижает помехи, проникающие в сеть при коммутации индуктивной нагрузки. При использовании устройства в частном доме или на дачном участке к его выходу можно подключить два звонка, один из которых установить в доме, а другой (желательно звонок громкого боя) — на улице, что позволит услышать звонок, находясь на участке. Для отключения звонка в ночное время последовательно с ним следует включить обычный сетевой выключатель. Если звонок нужно отключать и днём (например, в том случае, если в доме есть маленькие дети), узнать о том, что кто-то звонит в дверь, можно по свечению светодиодов на корпусе устройства или использовать переключатель, который при отключении звонка подключает вместо него осветительную лампу.

Описанное устройство можно использовать не только для коммутации дверного звонка, но и в качестве сигнализатора, вырабатывающего определённое число звуковых сигналов при наступлении какого-то события, а также индицирующего наступление этого события включением светодиодов на корпусе. Датчиками в этом случае могут служить любые коммутационные устройства, подключённые вместо кнопок SB1—SB3 и имеющие нормально разомкнутые контакты. В качестве датчиков можно использовать герконы, путевые выключатели, датчики качания, состоящие из металлической трубки и подвешенного в её центре груза, который замыкает электрическую цепь при покачивании трубки, а также инфракрасные датчики движения с релейным выходом.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Костецкий Д.** Звонок для "коммуналки". — Радио, 2000, № 11, с. 32, 33.

2. **Бирюков С.** Оптроны серии АОУ115. — Радио, 2000, № 5, с. 59, 60.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Многоканальная система защиты от протечки воды

Ф. ГЕЛЬВЕР, г. Санкт-Петербург

Предлагаемое устройство сигнализирует о возникновении аварийной ситуации — протечке воды из водопроводных труб и их стыков, а также предотвращает дальнейшее затопление посредством перекрытия кранов. Оно состоит из датчиков протечки, шаровых кранов с электроприводами и платы управления ими. При необходимости может быть снабжено резервным источником питания для аварийного перекрытия воды в случае отключения основного источника.

Систем, защищающих жилые или производственные помещения от возможных протечек воды, сегодня выпускают множество. Как правило, они содержат определённое, заложенное при проектировании число контро-



Рис. 2



Рис. 1

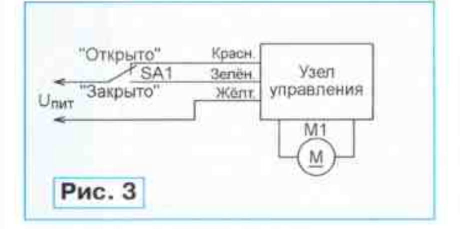


Рис. 3

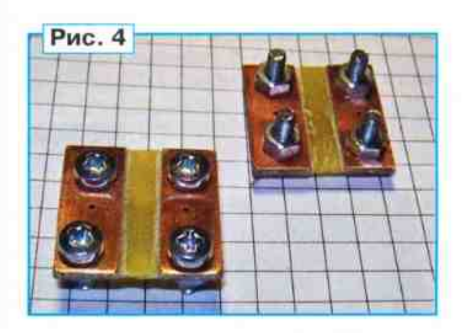


Рис. 4

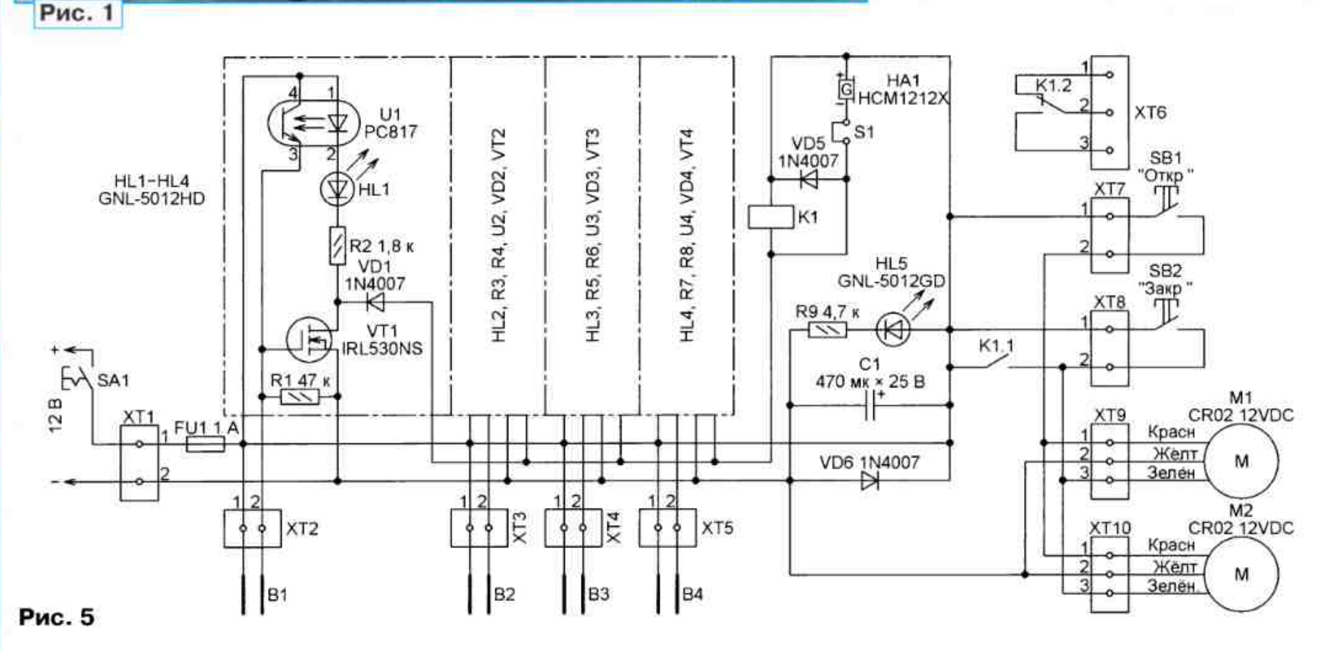


Рис. 5

лируемых каналов подключения датчиков и интерфейсов передачи информации о возникновении аварийной ситуации. Блоки управления выполнены на микроконтроллерах.

Недостаток простых систем — отсутствие универсальности, возможности комплексирования их с другими устройствами автоматики, фиксированное число контролируемых мест возможных протечек. Зачастую нет возможности передавать информацию об авариях на удалённый пульт контроля, не предусмотрено резервирование источника питания.

Более сложные системы содержат модуль GSM для передачи информации по сетям сотовой связи либо модуль Wi-Fi для общения по сети Интернет. Они, как правило, уже имеют встроенный резервный источник питания, что значительно увеличивает их надёжность. Существуют даже системы, обслуживающие беспроводные датчики протечки и контролирующие их исправность. Но они очень сложны, следовательно, не очень надёжны и требуют периодического обслуживания. Кроме того, эти системы весьма дороги.

Я предлагаю простое в повторении и недорогое многоканальное устройство защиты от протечки воды. Оно будет полезным при автоматизации жилого дома, дачи, другого объекта с системой водоснабжения. Его отличительная особенность — автоматическое перекрытие водяных кранов при срабатывании любого из датчиков протечки. Имеется возможность применения резервного источника питания и организации связи с системой более высокого уровня, что позволяет создать интегрированную систему домашней автоматики.

Ещё одно достоинство — предлагаемая система не содержит микроконтроллера и программируемых микросхем. Внешний вид её блока управления показан на **рис. 1**.

Для работы с этой системой на входах водопровода в дом должны быть установлены шаровые краны CR02 12VDC (**рис. 2**) с электроприводами,

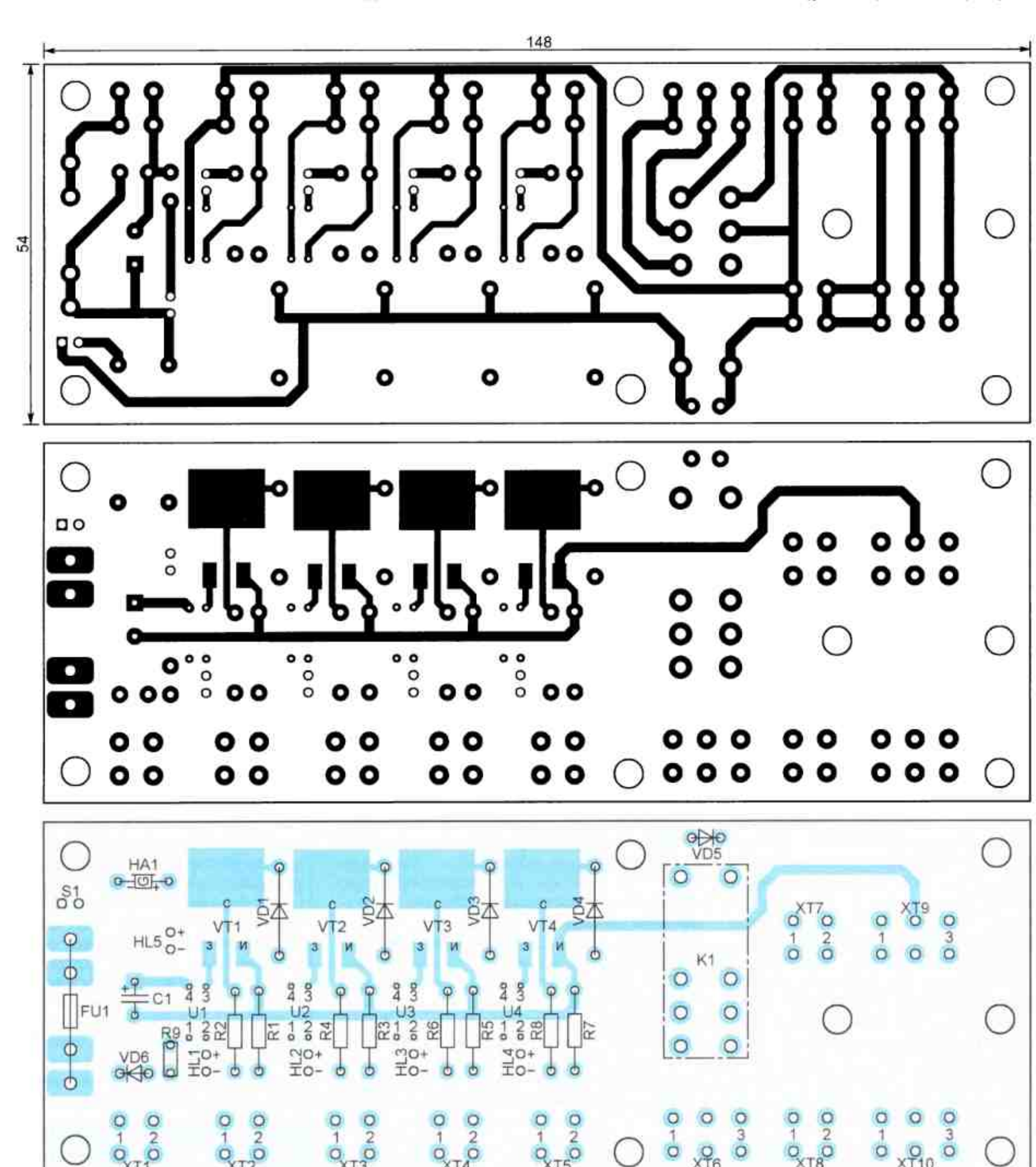


Рис. 6

управляемыми по схеме, представленной на **рис. 3**. Следует отметить, что встроенный в кран узел управления содержит конечные выключатели, разрывающие соответствующую цепь питания электродвигателя по достижении крайних положений "Открыто" и "Закрыто". Число кранов определяется числом перекрываемых в случае аварии труб.

Датчики протечки (**рис. 4**) представляют собой квадратные пластины из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита. Посередине каждой стороны в фольге сделаны зазоры. В углах пластин просверлены по четыре отверстия для закреплённых гайками винтов, служащих электродами датчика. В центре каждой полосы фольги просверлены сквозные отверстия, куда впаяны провода, соединяющие датчик с блоком управления. Датчики протечки могут быть и любой другой конструкции, лишь бы сопротивление между их электродами существенно изменялось при увлажнении.

Систему можно питать от любого источника постоянного напряжения 12 В, мощность которого достаточна для одновременной работы приводов всех шаровых кранов.

Принципиальная схема платы управления системой изображена на **рис. 5**. Она содержит четыре одинаковых узла, контролирующих состояние датчиков влажности В1—В4, подключённых к ним через контактные колодки XT2—XT5.

Рассмотрим один из таких узлов. Он состоит из полевого транзистора VT1, в цепь стока которого включены соединённые последовательно резистор R2, светодиод HL1 и излучающий диод оптрона U1. Резистор R1 обеспечивает закрытое состояние транзистора VT1 при высоком сопротивлении между контактами датчика В1, что означает отсутствие протечки. В этом состоянии ток через излучающий диод оптрона не течёт, а его фототранзистор закрыт.

При уменьшении сопротивления между контактами датчика полевой транзистор начинает открываться, через излучающий диод оптрона течёт ток, его фототранзистор открывается, в результате чего узел "защёлкивается" в состоянии с открытым полевым транзистором и остаётся в нём даже после осушения датчика. О защёлкивании сигнализирует включившийся светодиод HL1. Вывести узел из этого состояния можно только выключением и последующим включением питания. Это можно сделать с помощью кнопочного выключателя SA1.

Следует заметить, что число узлов контроля состояния датчиков в системе может быть любым. В зависимости от потребностей можно исключить лишние либо добавить недостающие. Благодаря диоду VD1 и аналогичным ему диодам в других узлах контроля "защёлкивание" любого такого узла приведёт к срабатыванию реле K1 и подаче звукового сигнала звукоизлучателем НА1 (со встроенным генератором). Излучатель можно отключить, сняв перемычку S1. Диод VD5 ограничивает выбросы напряжения самоиндукции на обмотке реле.

Группа контактов K1.1 при срабатывании реле подаёт напряжение в цепи закрывания шаровых кранов M1 и M2. Нажатием на кнопку SB2 они могут быть закрыты в любой момент времени. Открыть краны можно только вручную нажатием на кнопку SB1 при условии, что авария устранена и реле K1 после выключения и последующего включения питания не сработало. Группу контактов реле K1.2 можно использовать для передачи сигнала об аварии внешнему исполнительному, регистрирующему или сигнальному устройству.

Для защиты источника питающего напряжения от перегрузки, вызванной возможной неисправностью в системе, предусмотрена плавкая вставка FU1. Благодаря диоду VD6 она перегорает и при подаче напряжения питания в неправильной полярности. Конденсатор C1 сглаживает пульсации напряжения питания. Индикатором его наличия служит светодиод HL5 (зелёного свечения). Резистор R9 ограничивает ток через светодиод.

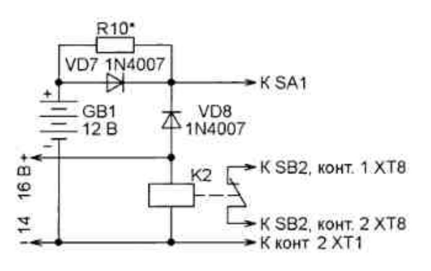


Рис. 7

На **рис. 6** изображён чертёж печатной платы устройства управления и расположения деталей на ней. Вместо диодов 1N4007 могут быть использованы практически любые другие диоды с допустимым прямым током не менее 100 мА, за исключением диода VD6, который должен кратковременно выдерживать ток, больший тока перегорания плавкой вставки FU1. Транзисторы IRL530NS могут быть заменены на IRL540NS, IRFR2905Z и другие полевые транзисторы с изолированным затвором. Желательно, чтобы они имели как можно меньшее сопротивление канала сток—исток в открытом состоянии и допустимое напряжение затвор—исток больше 12 В. Оптроны PC817 могут быть заменены другими аналогичными. Реле K1 — RT424012 с обмоткой на 12 В (сопротивление обмотки — 360 Ом). Вместо него можно использовать реле с таким же номинальным рабочим напряжением обмотки, требуемым числом контактов и их достаточной нагрузочной способностью.

При исправных деталях собранное устройство начинает работать сразу же. Единственная дополнительная рекомендация — после сборки платы тщательно очистить её от остатков флюса, так как утечки тока через них могут привести к ложному открыванию полевых транзисторов.

Система защиты от протечки воды может быть дополнительно снабжена резервной аккумуляторной батареей GB1, схема соединения которой с платой управления изображена на **рис. 7**. Нумерация элементов на ней продолжает начатую на рис. 5. Резервное питание позволяет закрыть шаровые краны при отключении его основного источника.

Когда напряжение этого источника поступает на обмотку реле K2, его контакты разомкнуты и не шунтируют кнопку закрывания кранов SB2. Плата управления (при замкнутом выключателе SA1) питается через диод VD8. В этом состоянии происходит подзарядка аккумуляторной батареи GB1 через резистор R10, а диод VD7 закрыт. Необходимое условие правильной работы узла — напряжение основного источника должно быть больше напряжения батареи GB1. Сопротивление резистора R10 следует подобрать таким, чтобы разряженная батарея при работе устройства от основного источника подзаряжалась током, численно не превышающим 10 % её ёмкости.

При выключении основного источника питания обмотка реле K2 будет обесточена, его контакты замкнутся и подадут напряжение в цепь закрывания шаровых кранов. При этом плата управления станет получать питание от аккумуляторной батареи GB1 через диод VD7. Открыть закрывшиеся краны нажатием на кнопку SB1 можно будет только после возобновления работы основного источника и размыкания контактов реле K2. Эти контакты и диоды VD7, VD8 должны выдерживать суммарный ток потребления электроприводов шаровых кранов.

Таймер для микроволновой печи

К. ЛУКЬЯНОВ, г. Новосибирск

Предлагаемый электронный таймер может быть встроен практически в любую микроволновую печь, в том числе и оборудованную механическим таймером, взамен отказавшего блока управления, если магнетрон и высоковольтные цепи печи остались исправными. Он реализует несколько самых распространённых режимов разогревания и приготовления пищи. Несложное управление таймером вполне доступно пожилым людям и людям с ограниченными возможностями.

При разработке таймера я стремился к максимальной простоте конструкции и программы, низкой стоимости деталей и ограничился реализацией самых необходимых режимов работы.

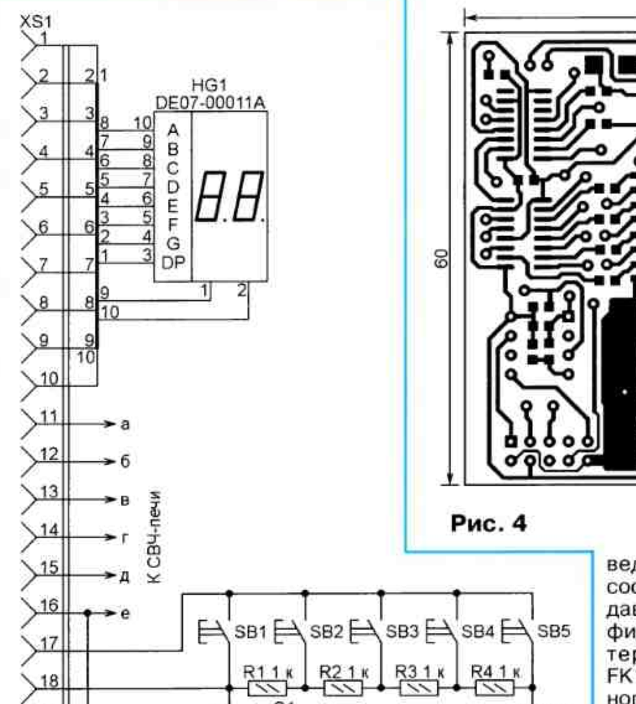
На **рис. 1** изображена схема микроконтроллерного блока таймера, который гибким плоским кабелем соединяют по схеме, показанной на **рис. 2**, со светодиодным семиэлементным индикатором HG1 и кнопками управления SB1—SB5, имеющимися в самой микроволновой печи. Это позволяет избежать доработок передней панели печи и сохранить её привычный вид. Все провода, ранее шедшие к индикатору и кнопкам, перерезают.

В таймере использованы микроконтроллер ATtiny13 (DD1), два преобразователя последовательного кода в параллельный (DD2 и DD3) и электронные ключи на транзисторах структуры n-p-n. Транзисторы VT3—VT10 коммутируют катоды индикатора, VT2 и VT11 — общие аноды его разрядов. Транзисторы VT13—VT15 управляют исполнительными реле, включающими магнетрон, вентилятор его обдува, привод диска для размещения приготавливаемой пищи и гриль. Транзистор VT12 усиливает формируемый микроконтроллером сигнал управления излучателем звука. Через фильтрующие цепи R3C2 и R1R2C1R7 на микроконтроллер поданы сигналы соответственно от имеющегося в печи концевого выключателя дверцы нагревательной камеры и от узла кнопок управления (рис. 2). Номер нажатой кнопки микроконтроллер определяет по напряжению на контакте 17 разъёма XP2, а через резистор R7 на узел кнопок поступает образцовое напряжение.

Узел на транзисторе VT1 с RC-цепью C5R5 и диодами VD1—VD4 предназначен для принудительной блокировки силовых реле печи после включения её в сеть. Длительность этой блокировки достаточна для того, чтобы напряжение питания достигло номинального значения и установились уровни сигналов на выходах цифровых микросхем. Резистор R6 нужен для быстрой разрядки конденсаторов на выходе стабилизатора напряжения +5 В DA1 после выключения печи. Это гарантирует надёжный запуск микроконтроллера при следующем включении питания.

Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



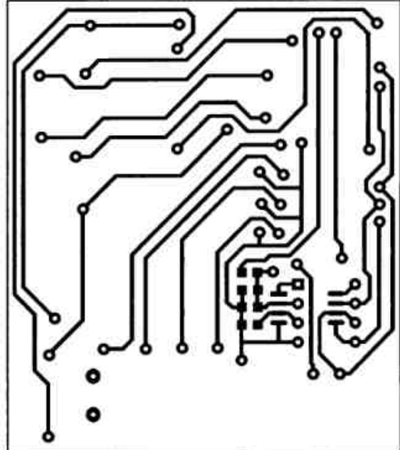


Рис. 4

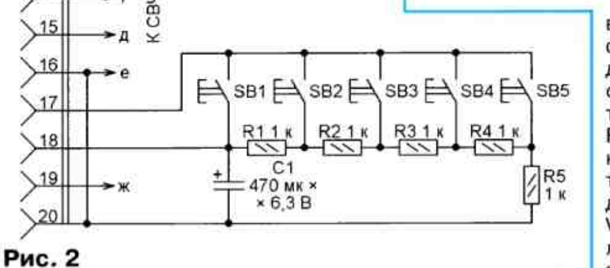


Рис. 2

ведённых в [2]. Она состоит из помехоподавляющего сетевого фильтра C1L1C2C3, термовыключателей FK1 и FK2, низковольтного блока питания на трансформаторе T1 и диодных мостах VD1 и VD2, осветительной лампы EL1, двигателя вентилятора M1, обду-

реле K2 включают гриль (нагреватели EK1 и EK2), а с помощью реле K3 — блок питания магнетрона.

Этот блок состоит из трансформатора T2 с обмоткой накала магнетрона II и высоковольтной обмоткой III, напряжение которой выпрямляет однополупериодный выпрямитель из диода VD5 и конденсатора C6. Магнетрон VL1 питается пульсирующим выходным напряжением выпрямителя. Через резистор R3 конденсатор C6 разряжается, если

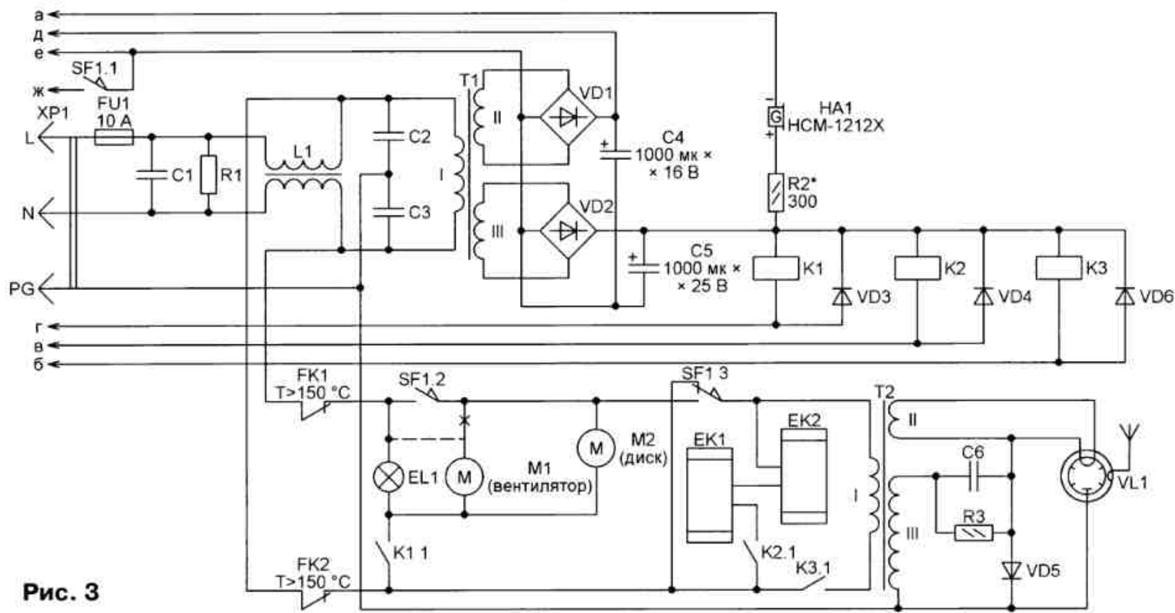


Рис. 3

Разъём XP2 соединяют с печью двадцатипроводным плоским кабелем. К разъёму XP1 для загрузки программы в микроконтроллер DD1 подключают программатор. Назначение выводов этого разъёма соответствует адаптеру программирования Altera ByteBlaster, работающему под управлением программы AVReAl [1].

На **рис. 3** изображена типовая схема силовой части микроволновой печи, составленная с учётом сведений, при-вающего магнетрон VL1, и двигателя M2, вращающего диск для приготавливаемой пищи. Имеются также блок концевых выключателей SF1.1—SF1.3, замкнутых при закрытой дверце нагревательной камеры, и три силовых реле K1—K3 с подавляющими коммутационные выбросы напряжения на обмотках диодами VD3, VD4, VD6. С помощью реле K1 включают лампу EL1 и (при закрытой дверце) двигатели M1 и M2. Также при закрытой дверце с помощью

блок питания был включён, а затем выключен раньше, чем катод магнетрона успел разогреться, или включён и выключен в отсутствие магнетрона.

Излучатель звука HA1 со встроенным генератором, служащий для подачи звуковых сигналов о работе печи, тоже обычно в ней имеется.

Отличия схем силовых частей большинства бытовых микроволновых печей от той, что приведена на рис. 3, обычно незначительны и непринципиальны. В

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

[3] рекомендовано подключить двигатель вентилятора не после, а до конечного выключателя SF1.2 (параллельно лампе EL1), как показано на рис. 3 штриховой линией. Это обеспечит продолжение обдува только что выключенного, но ещё горячего магнетрона даже при открытой дверце нагревательной камеры.

На передней панели печи Rolsen, для которой разрабатывался описываемый таймер, имеются пять кнопок. Для них я предусмотрел следующие режимы:

SB1 — остановка процесса приготовления, отмена выбранного режима;

SB2 — СВЧ-нагревание в течение 40 с (чашка чая или кофе), символы P1 на индикаторе;

SB3 — СВЧ-нагревание в течение 2 мин 40 с (порция супа), символы P3 на индикаторе;

SB4 — СВЧ-нагревание в течение 7 мин (порция запечённого картофеля или курицы), символы P7 на индикаторе;

SB5 — лёгкое поджаривание на гриле в течение 8 мин, символы G8 на индикаторе. Для более сильного поджаривания запустить повторно.

При открытой дверце выключается внутреннее освещение, что позволяет чистить и сушить нагревательную камеру без ущерба для ресурса лампы. Если режим был выбран при открытой дверце, он будет автоматически запущен после её закрывания, а при открывании приостановлен.

Трансформатор T1 и детали низковольтных источников питания обычно уже имеются в ремонтируемой печи. При их неисправности в качестве T1 можно использовать любой понижающий сетевой трансформатор с напряжением на вторичных обмотках 9...11 В. Выпрямительные мосты можно применить любые с допустимым выпрямленным током не менее 1 А (например, КЦ405А) или собрать из одиночных диодов (например, 1N4001). Можно даже запитать реле и таймер от одного выпрямителя.

Подбирая резистор R2 (рис. 3), устанавливают необходимую громкость звуковых сигналов или устраняют избыток напряжения на излучателе звука, если он рассчитан на 5, 6 или 9 В.

Электронный блок таймера собран на печатной плате из фольгированного с двух сторон изоляционного материала стеклотекстолита. Чертёж её печатных проводников изображён на **рис. 4**, а монтажная схема — на **рис. 5**. В отверстия, показанные на рис. 5 залитыми, необходимо вставить и пропаять с двух сторон отрезки неизолированного провода.

Плата рассчитана на установку резисторов и конденсаторов (кроме C3) для поверхностного монтажа типоразмера 0805. Диоды Шоттки VD1—VD4 — в корпусе SMA, транзисторы VT1—VT15 — в корпусе SOT-23 (подойдут кремниевые транзисторы с коэффициентом передачи тока базы не менее 100 и максимальным током коллектора не менее 100 мА). Стабилизатор напряжения DA1 — в корпусе D^2PAK.

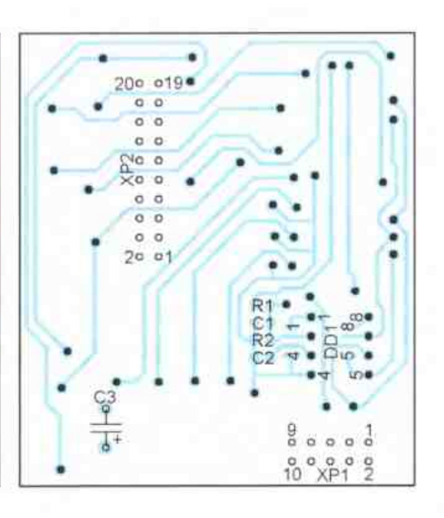


Рис. 5

На плате предусмотрены контактные площадки для установки микроконтроллера DD1 как в корпусе DIP8, так и корпусе SOIC8. Разъёмы XT1 и XT2 — штыревые серии PLD.

Собранную плату после проверки работоспособности можно приклеить двухсторонней липкой лентой к свободному месту на плате старого контроллера печи или к её корпусу подальше от силовых цепей и сильно нагревающихся элементов. Я приклеил плату к пластмассовому кожуху трансформатора T1.

Индикатор DE07-00011A можно заменить любым другим двухразрядным семиэлементным светодиодным индикатором с общими анодами и любого свечения. Следует лишь учесть различия в назначении выводов разных индикаторов.

В качестве реле K1—K3 можно использовать любое малогабаритное реле с обмотками на 12 В с нормально разомкнутыми контактами. Однако реле K1 должно быть рассчитано на коммутацию переменного тока не менее 3 А при напряжении 250 В, а реле K2 и K3 — на коммутацию тока не менее 15 А при указанном напряжении.

Коды из приложенного к статье файла SMWOT_main.hex следует загрузить в программную память микроконтроллера DD1 (см. рис. 1), а его конфигурацию запрограммировать в соответствии с **таблицей**.

Разряд	Знач.	Разряд	Знач.
—	—	SPIEN	0
—	—	EESAVE	1
—	—	WDTON	1
SELFPRGEN	1	CKDIV8	0
DWEN	1	SUT1	1
BODLEVEL1	1	SUT0	0
BODLEVEL0	1	CKSEL1	1
RSTDISBL	1	CKSEL0	0

0 — запрограммировано;
1 — не запрограммировано.

Дорабатывая микроволновую печь, не следует забывать, что внутри неё имеется опасное для жизни напряжение, доходящее до нескольких киловольт, а многие элементы непосредственно связаны с питающей печь сетью. Поэтому следует строго соблюдать правила электробезопасности. Не забывайте об опасности мощного СВЧ-излучения и не включайте печь при открытой дверце нагревательной камеры.

ЛИТЕРАТУРА

1. AVReAl — ISP программатор AVR. — URL: **http://real.kiev.ua/avreal** (09.01.2019).

2. Ремонт микроволновых печей. — URL: **http://microwaveoven.narod.ru** (09.01.2019).

3. **Исаев А.** Блок управления вентилятором микроволновой печи. — Радио, 2005, № 2, с. 38, 39.

***От редакции**. Программа микроконтроллера имеется по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/04/smwot.zip** на нашем FTP-сервере.*

БЕЛЕСТА Г. Автоматика для туалетной комнаты. — Радио, 2018, № 5, с. 33, 34.

Печатная плата базового блока.

Чертёж печатной платы блока приведён на **рис. 1**. Плата рассчитана на установку элементов для монтажа в

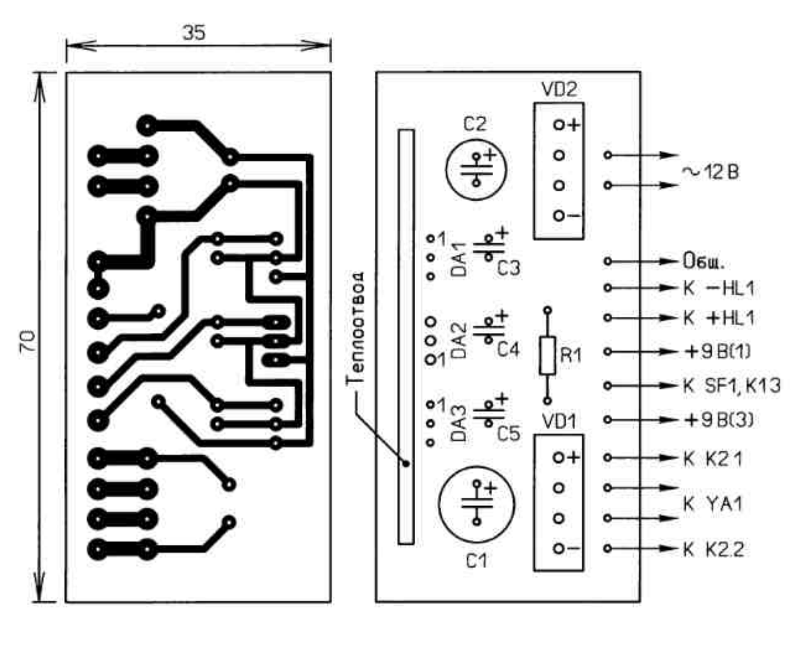


Рис. 1

отверстия. На ней расположены выпрямительные мосты VD1, VD2, интегральные стабилизаторы DA1—DA3, оксидные конденсаторы C1—C5 и резистор R1. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные. Светодиод HL1 — любой маломощный. Для охлаждения корпуса стабилизатора DA2 7809 предусмотрена его установка на теплоотвод в виде алюминиевой пластины шириной 55, высотой 20 и толщиной 1,5...3 мм.

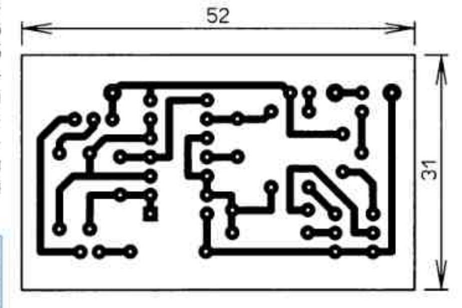
От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/04/base.zip** на нашем FTP-сервере.

Печатная плата блока сигнализации.

Чертёж печатной платы блока сигнализации и расположение элементов, кроме динамической головки BA1, приведены на **рис. 2**.

Плата рассчитана на установку элементов для монтажа в отверстия. Микросхема DD3 — в корпусе DIP-14. Подстроечный резистор — СП3-38а или импортный.

От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/04/sign.zip** на нашем FTP-сервере.



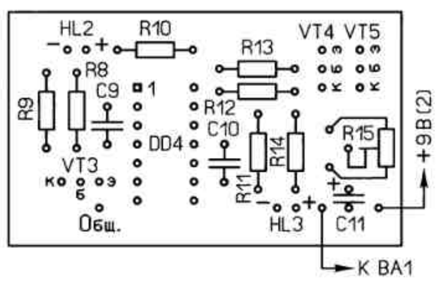


Рис. 2

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

МАРТЫНЮК Ю. Автомат световых эффектов на микроконтроллере. — Радио, 2018, № 11, с. 35, 36.

На рис. 1 в статье ёмкость конденсатора C4 должна быть 0,33 мкФ.

ЛАПТЕВ А. Программно-временное устройство. — Радио, 2012, № 7, с. 39—42.

Ошибки в программе.

*В находящемся на нашем FTP-сервере по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2012/07/contr.zip** архиве обнаружены неточности в указании номеров выводов микроконтроллера. В файле DS1307.c строки 16, 17 и 78 должны выглядеть соответственно так:*

```
.equ __sda_bit=5
.equ __scl_bit=4
ADMUX=0xC3;
```

Файл DS1307.c и полученный его трансляцией файл DS1307.hex в архиве заменены исправленными.

*Эти исправления в авторский вариант программы внёс **С. Соболев** из г. Магнитогорска Челябинской обл. Для исправлений он использовал, как и автор, CodeVisionAVR. Кроме того, читатель предоставил свой исправленный вариант, который отличается от авторского. В отличие от авторского, в нём не отображается картина заряда батареи. Кроме того, в меню "Реле 1" исключены секунды, но можно выбрать один из дней недели либо "Все дни". При выборе "Все дни" получается, как и у автора, только без секунд. В своём варианте программы читатель в первые пять ячеек (пользовательские) знакогенератора индикатора внёс свои картинки батареи (эти команды стоят после инициализации LCD).*

*От редакции. Все исправления и изменения, предложенные С. Соболевым, а также его вариант печатной платы устройства имеются в папке **contr-new** по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2012/07/contr.zip** на нашем FTP-сервере.*

ИЛЬИН О. Авиамодельный тахометр. — Радио, 2019, № 2, с. 35—37.

Ошибки на схеме рис. 2 в статье.

Нижний по схеме вывод резистора R6 должен быть подключён к линии питания ОУ DA1, а не к общему проводу.

Нижний по схеме вывод FC частотной коррекции ОУ DA1 имеет номер 5, а не 8.

От редакции. Конденсатор C2 рекомендуется применить неполярный, например, К50-6 или импортный аналог.



Молодёжный кубок А. С. Попова — 2018 год

Уже третий раз эти соревнования проводились в ранге официальных, включённых в единый план всероссийских мероприятий на 2018 год (спортивная дисциплина — радиосвязь на КВ телефон 1450061811Я, номер-код ЕКП Минспорта России — 8688). В них приняли участие 138 спортсменов (из них — 95 юношей и 43 девушки), 69 радиостанций (представили отчёты — 67; из них в зачёт — 62). Среди участников — 13 кандидатов в мастера спорта, 27 имеют первый спортивный разряд, восемь — второй спортивный разряд, пять человек — третий спортивный разряд, четыре — первый юношеский спортивный разряд, три — второй юношеский спортивный разряд, семь — третий юношеский спортивный разряд.

В спортивных соревнованиях среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" участвовали представители 28 субъектов Российской Федерации из восьми федеральных округов.

Поскольку в индивидуальном зачёте приняли участие всего четыре спортсмена (вид программы SO — радиостанция с одним участником в возрасте до 19 лет, все диапазоны), места в этом виде программы не распределялись ввиду отсутствия необходимого числа участников. По положению о соревнованиях должно войти в зачёт не менее шести спортсменов.

В 2018 г., как и в предыдущие годы, команды коллективных радиостанций были разделены на три возрастные группы: радиостанции с двумя или тремя участниками в возрасте до 13 лет, с двумя или тремя участниками в возрасте до 15 лет и с двумя или тремя участниками в возрасте до 19 лет.

Среди команд коллективных радиостанций с участниками в возрасте до 13 лет на первое место вышел коллектив радиостанции RK0AZC Дома детского творчества г. Дивногорска Красноярского края. В составе этой команды выступали Елена Карпухина и Виктория Бровкина. Тренирует команду Пётр Петрович Бобровский (RX0AE). На втором месте в этой группе — команда RK4W Дворца детского (юношеского) творчества из г. Ижевска. В её составе — Артемий Франгопуло, Владислав Друг и Платон Дружинин. Тренер команды — Павел Анатольевич Коробко (RX4WX). Третье место заняла команда RN9T МАУ ДО "СЮТ" из г. Новотроицка Оренбургской области в составе Данилы Шляхова и Егора Петрова. Тренер команды — Аркадий Александрович Артюшкин (R8TA).



Команда радиостанции R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края (слева—направо): Александр Быстранов (R0AO), Григорий Аникин (UB0AJJ) — кандидаты в мастера спорта.



Команда радиостанции RM5A (слева—направо): Константин Белов, Тимофей Плужников.

В возрастной группе операторов до 15 лет победу одержала команда радиостанции RM5A из Москвы, в её составе выступали Тимофей Плужников и Константин Белов. Тренер команды — Ирина Алексеевна Грачёва (RL3AX). Второе место заняла команда RZ5Z Центра технического творчества и профессионального обучения из г. Старый Оскол Белгородской области, в её составе выступали Игорь Забарин, Мария Лизуткина и Николай Якименко. Тренер команды — Владимир Анатольевич Чичикалов (R3ZN). На третьем месте в этой группе — команда R6BW кружка радиотехнического конструирования МБОУ СОШ № 68 пос. Колосистый Краснодарского края. В составе команды выступали Константин Мирошниченко, Алиса Гулак и Григорий Фисун. Тренирует команду Анатолий Иванович Терещенко (R7BC).

В "старшей" возрастной группе (до 19 лет) среди коллективных радиостанций первенствовала команда R0AK МБУ ДО "Центр творчества и развития "Планета талантов" из г. Ачинска Красноярского края. В составе этой команды выступали Григорий Аникин и Александр Быстранов. Готовил команду к соревнованиям Александр Иванович Смахтин (R0AA). Второе место у "старшеклассников" заняла команда МАН "Искатель" UC6K (г. Симферополь, Республика Крым), за которую выступали Арина Кузьмичёва, Алексей Копытов и Санир Лукьянов. Тренер этой команды — Константин Валентинович Ернев (RX7K). На третьем месте в этой группе — команда RD8U МБОУ ДО "Центр детского творчества" из пгт Яя Кемеровской области, выступавшая в составе Антона Часовитина, Виктории Харченко и Александра Стрекалова. Тренирует команду Виктор Александрович Сидельцев (RZ9UF).

Победители в трёх возрастных группах коллективных радиостанций будут награждены кубками, а занявшие вторые и третьи места — плакетками.



Команда радиостанции RK0AZC Дома детского творчества г. Дивногорска Красноярского края (слева—направо): Виктория Бровкина (R0A-8), Елена Карпухина (R0A-2) — кандидаты в мастера спорта.

В общем зачёте среди спортивных команд субъектов РФ первенствовала команда Красноярского края. Второе и третье места поделили команды Московской области и Республики Татарстан.

По результатам соревнований среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" выполнили норматив кандидата в мастера спорта 14 человек, первый спортивный разряд — 50, второй спортивный разряд — 18, третий спортивный разряд — 15, первый юношеский спортивный разряд — восемь спортсменов.

Технические результаты участников приведены в **таблице** по группам: занятое место, позывной, число подтверждённых связей, число очков за подтверждённые связи, число очков за подтверждённые страны, итоговый результат. Полные технические результаты можно посмотреть по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/y_popov_cup_2018_tab_site.pdf** на сайте журнала "Радио", а также по адресу **https://srr.ru/wp-content/uploads/2019/11/Protokol_Kubok-Popova2018.pdf** на сайте Союза радиолюбителей России.

SINGLE-OP

1	R0AGO	117	351	70	421
2	RM5D	108	324	60	384
3	RK3ZWZ	88	264	60	324
4	RC9FC	89	267	40	307

MULTI-OP-19

1	R0AK	171	513	70	583
2	UC6K	166	498	50	548
3	RD8U	139	417	60	477
4	UA0CDX	145	435	40	475
5	RO9T	134	402	50	452
6	RZ9OWN	108	324	60	384
7	RY4A	95	285	60	345
8	RC3RA	86	258	60	318
9	UD6AAO	68	204	50	254
10	R3MAI	58	174	50	224
11	RK1QWX	73	219	50	215,2

MULTI-OP-15

1	RM5A	170	510	60	570
2	RZ5Z	157	471	70	541
3	R6BW	153	459	50	509
4	RZ4PXO	129	387	60	447
5	RC1O	124	372	60	432
6	RK6HWP	123	369	60	429
7	RK9CYA	102	306	50	356
8	RK3DXW	89	267	70	337
9	R6CF	75	225	50	275
10	RC1AM	72	216	40	256
11	RK3FWE	68	204	40	244
12	RZ3DZI	62	186	50	236
13	RK3IXB	52	156	50	206
14	RK3G	46	138	40	178
15	RC3G	33	99	50	149
16	RY0WWX	34	102	20	122
17	R2DRM	16	48	30	78

MULTI-OP-13

1	RK0AZC	139	417	70	487
2	RK4W	128	384	60	444
3	RN9T	79	237	50	287
4	RO5F	71	213	60	259
5	RZ4PXP	73	219	30	236
6	RT9M	59	177	40	217
7	RC9MAA	56	168	40	208
8	RL9M	52	156	40	196
9	RT4S	45	135	40	175
10	R6DAE	33	99	40	139
11	RK6LZE	31	93	40	133
12	RK0WWN	10	30	30	60

OM SINGLE-OP

1	R3AAA	59	177	40	217
2	RA0AY	49	147	60	207
3	UA9SEC	44	132	30	162
4	RW3AI	35	105	40	145
5	RT1Q	37	111	30	141
6	UA9SMU	37	111	20	131
7	RY0A	30	90	40	130
8	R3DCB	31	93	30	123

OM MULTI-OP

1	RK1B	43	129	50	179

SWL

1	R3D-005-SL	62	140	0	140
2	R6H-105	33	75	0	75
3	R4A-527	17	41	0	41
4	R6H-104	15	35	0	35
5	R4A-526	8	18	0	18
6	USF-007	3	7	0	7

Иностранные участники

OM MULTI-OP

1	UN8LWZ	185	555	40	446
2	D1CTT	55	165	40	205

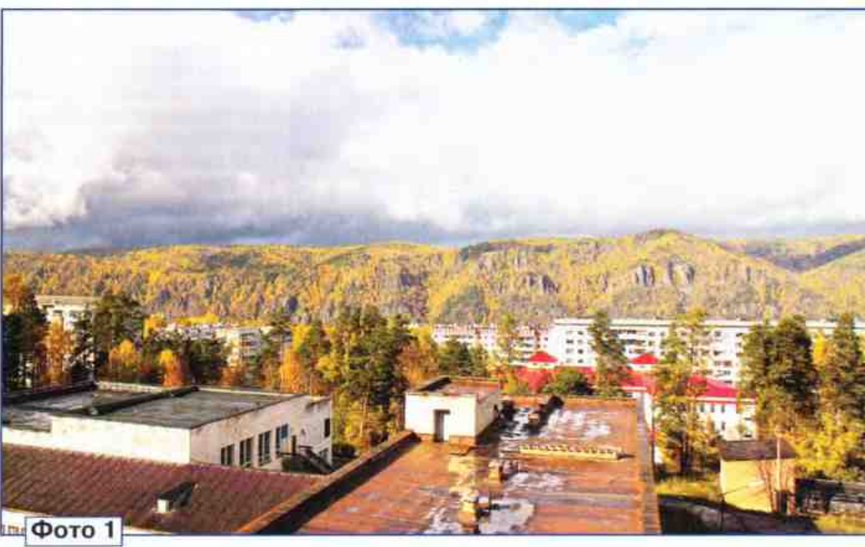
Молодёжная радиостанция RK0AZC из Дивногорска

Пётр БОБРОВСКИЙ (RX0AE), г. Дивногорск Красноярского края

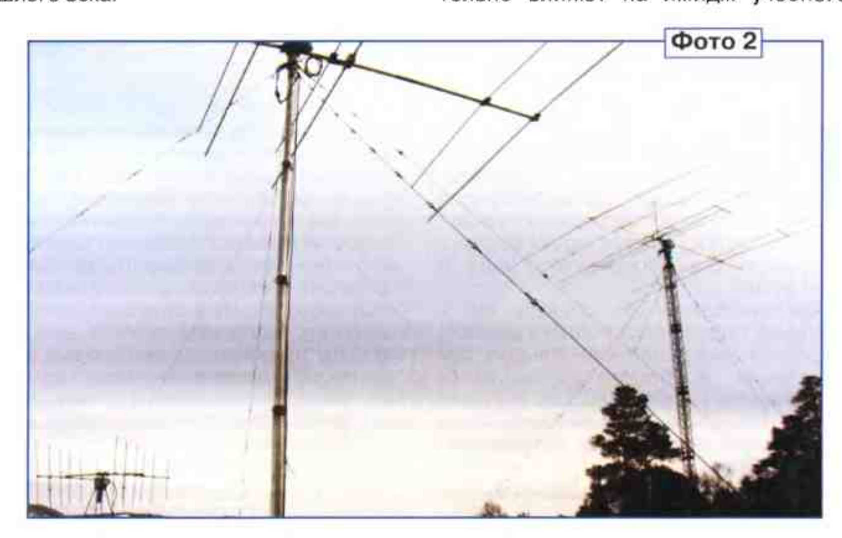
В спортивных соревнованиях среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" в группе команд коллективных радиостанций с участниками в возрасте до 13 лет первое место занял коллектив радиостанции RK0AZC Дома детского творчества г. Дивногорска Красноярского края. Об этой радиостанции мы попросили рассказать её руководителя Петра Петровича Бобровского.

Город Дивногорск был заложен практически одновременно с началом строительства Красноярской ГЭС в красивейшем месте, за что и получил своё название. Город находится на самом берегу реки Енисей и его окружают красивые, покрытые лесом горы (**фото 1**).

Сейчас радиостанция и её антенны находятся в школе № 2 им. Ю. А. Гагарина г. Дивногорска. Директор школы — Ирина Юрьевна Ерошкина. Выбор этого места не случаен, во-первых, огромная заинтересованность школьной администрации в том, чтобы воспитанники школы получали достойное образование. Во-вторых, развитие технических направлений и достижения воспитанников RK0AZC положительно влияют на имидж учебного заведения. Немаловажным при выборе позиции радиостанции был и тот факт, что школа находится на одной из самых высоких точек города. На **фото 2** и **фото 3** показаны антенны коллективной радиостанции.


Фото 1

С 2008 г. наша детская коллективная радиостанция RK0AZC переехала в этот замечательный город из Красноярска, где находилась с конца 80-х годов прошлого века.


Фото 2

На протяжении всей истории своего существования мы стараемся позиционировать себя, именно как молодёжная и детская радиостанция. По возможности принимаем участие в большинстве молодёжных соревнований по радиосвязи на коротких волнах. Ежегодно во всех школах города проводим набор детей на направление "Радиоспорт", устраиваем экскурсии и мини-соревнования, несколько раз в неделю небольшой дружный коллектив единомышленников (Владимир — RU0AV и Андрей — RV0ADW) проводит занятия для школьников по основам конструирования, строительству антенн и работе в эфире. Надо сказать, что в этом огромную помощь и поддержку нам оказывает не только коллектив школы, но и Дом детского творчества Дивногорска в лице директора Светланы Михайловны Меньших. Благодаря этой поддержке только в прошлом году около 80 % выпускников поступили в учебные заведения, связанные с подготовкой специалистов в области электрооборудования и электроники. Это — Дивногорский гидроэнергетический техникум и Красноярский колледж радиоэлектроники.

Не забываем мы и про спортивную работу. Наша старшая команда — юные звёзды — Виктор Глухов, Павел Хохряков, Кирилл Ушкалов, Елена Карпухина, Виктория Бровкина уже выполнили нормативы кандидатов в мастера спорта России и получили эти звания. На **фото 4** (слева—направо) — Данил Петухов (R0A-3), Виктор Глухов (R0A-6), Елена Карпухина (R0A-2).

Совсем недавно ребята получили свои первые личные позывные. В этой работе нам также очень помогают отделение СРР по Красноярскому краю (tnx Алексею RU0A) и общественная организация DX-клуб "Центр Сибири". Дети с огромным удовольствием посещают с экскурсиями и для участия в соревнованиях нашу легендарную радиостанцию RW0A (tnx Леониду RA0AM и всему составу клуба CSDX).

К молодёжным соревнованиям "Кубок им. А. С. Попова" в нашем детском объединении особое отношение.

Во-первых, это первые крупные молодёжные соревнования в учебном году. Во-вторых, сказать честно, дети не особенно любят именно эти соревнования, потому что и номера трудные, и начинать спортивный сезон всегда тяжело. За историю существования RK0AZC мы делали всего несколько попыток участия в этих соревнованиях,


Фото 3

но все они по разным причинам складывались для нас неудачно. Поэтому выступив один-два раза подряд, мы по нескольку лет не выступали в них. В этом году участие, выступление и победа в этом тесте были чуть ли не основной задачей нашей юной команды. Это было для нас принципиально, поскольку после прошлогодней неудачи надо было реабилитировать себя в своих же собственных глазах.

Совсем недавно на станции вышел из строя трансивер, и ураган разломал основную антенну (RR-432), мы в очередной раз, потренировавшись, отправились на позицию RW0A, что в 70 км от нас. Мы довольно часто получаем приглашение от коллектива RW0A участвовать в молодёжных соревнованиях с этой позиции. Не всегда это удаётся, но когда есть возможность, да и правила не запрещают, почему бы и нет? На этот раз в гости к заслуженным ветеранам приехали две 13-летние девочки. Несмотря на то что они совсем юные, за плечами у них опыт выступления во многих соревнованиях разного уровня.


Фото 4

Некоторые, наверное, подумают, что несправедливо выступать на красивом и ухоженном стадионе, если ты сам его не строил. Но в нашем детском клубе ребята постепенно учатся именно самостоятельности. Антенны собираем вместе с воспитанниками, рабочие места готовим совместно, все операции по коммутации и настройке дети учатся выполнять самостоятельно. Даже на позиции RW0A девочки за два часа до соревнований не прохлаждались, а помогали нашему уважаемому Павлу Борисовичу Цветкову (RV0AR) растягивать антенны Бевереджа по полю.

Тест прошёл замечательно. Знакомое: "Всем участникам, здесь RK0AZC...", несколько часов кропотливой, трудной, но такой увлекательной работы в эфире, и в результате заслуженное первое место в подгруппе 13 лет. Хочу выразить огромную благодарность журналу "Радио" за то, что в любые времена он, сохраняя свои традиции, проводит эти соревнования. Единственное пожелание: пожалуйста, не идите на поводу разработчиков программного обеспечения "на один тест", замените ненужные в таком формате контрольные номера (даже в самых серьёзных взрослых тестах таких нет) на более простые. Эти номера только отпугивают часть потенциальных участников.

Что касается нашего объединения RK0AZC, мы шлём дружеский привет всем, кто участвует, поддерживает и развивает замечательное направление — радиосвязь на коротких волнах.

До встречи в эфире! 73!

Дух радиолюбительства — HAM SPIRIT

Валерий ПАХОМОВ (UA3AO), г. Москва

Любой живой язык постоянно меняется, впитывая из других языков слова и словарные обороты, которые становятся словарными величинами. Быстрее всего это происходит с так называемыми "интернациональными" словами, значение которых и их понимание не вызывают трудностей, хотя некоторые из них относятся к специальной терминологии или даже к профессиональному жаргону.

В язык радиолюбительского сообщества мира более века тому назад вошло сленговое словосочетание HAM SPIRIT (дух радиолюбительства), смысловое наполнение которого стало каноном, чётким представлением правил и этических основ общения радиолюбителей в специфической для них среде — ЭФИРЕ. Лейтмотив любой части этого свода правил — ВЗАИМОУВАЖЕНИЕ! Каждый, кто выбирал для себя в качестве хобби радиолюбительство, постигал, наряду с кодом Морзе и национальным Регламентом, ещё и HAM SPIRIT.

За последние два десятка лет в условиях практически полного развала национальных радиолюбительских организаций и бесконтрольности в постсоветском пространстве выросло новое поколение радиолюбителей, не получившее практически никаких начальных знаний, кроме тех, которые большинство из них вынесло из Си-Би, с чем они и пришли в короткие волны. Долго они, бедолаги, выделялись своим специфическим жаргоном и полным отсутствием понятия о HAM SPIRIT... А многие, хотя чему-то и научились, так и остались "сибишниками"! Послушайте любой pileup хотя бы пять минут (на большее просто не хватит терпенья), и вы сразу услышите наших "сибишников". На малейшую ошибку, например, вызов кем-либо DX-а на его частоте, взрывается негодующий хор "знатоков" правил ведения связи, выражающих своё знание и негодование привычными для них словами, как, например, "козёл", "идиот" с плавным переходом на откровенный мат. При этом и телеграфом-то они уже свои 599 уверенно и без ошибок передают.

Попытки что-нибудь подсказать, подправить таких умельцев в ходе связей обычно заканчиваются хамством..., и продолжает он свои CQ CQ CQ CQ минуты две-три, а после его позывного просто следует пауза. Пригласить отвечать этих самых CQ буквой К после своего позывного воспитание не позволяет...

А что вытворяют с AR, K, BK, KN! Всё те же CQ CQ CQ... И после позывного — AR. Значение AR — конец передачи, но не приглашение отвечать на общий вызов. Однако AR можно применить, если есть необходимость провести связь со станцией, дающей направленный вызов, передав один раз свой позывной и AR. Конец передачи и приглашение корреспондента отвечать осуществляются буквой К. Она, собственно, и имеет смысловое значение "приглашение к передаче". Излишне добавлять ещё и PSE... И приглашение к передаче не станет изысканно-вежливым, если передадите К К К.

Почти все трансиверы дают оператору возможность работать полудуплексом — QSK. В этом случае общий вызов может быть оформлен так — CQ DE UA3A... UA3A... BK CQ DE UA3A... UA3A... BK и так далее без каких-либо увеличенных пауз. Таким образом, вы приглашаете отвечать на ваш вызов в любой момент передачей BK. Услышав ваш BREAK, вызывающий передаст знак вопроса ?, на что вы и дадите свой позывной. А дальше всё пойдёт, как обычно. BK активно применяется и в ходе связи в качестве приглашения к передаче.

KN — часто можно услышать после общего вызова! Это однозначно закоренелый "сибишник". "Прошу отвечать станцию, которую я вызываю" — уместно это только в случае, когда оператор DXpedition, работая в pileup, просит всех прекратить передачу, кроме станции, после позывного которой он передал KN. Всё познаём в сравнении!

Наши российские радиолюбители, знающие какой-либо иностранный язык (английский, немецкий, ...) и владеющие CW в такой степени, что могут переговариваться с корреспондентом открытым текстом, отмечают, что иностранцы, как правило, охотно идут на такие переговоры — RAG-CHEWING. А мы как? Да, как правило, никак! Исключение составляют обычно те, кто работал радиооператором профессионально или регулярно осваивал "чтение" с эфира без записи. Дело в том, что в СССР одной из задач ДОСААФ была допризывная подготовка молодых людей к службе в армии в качестве радиотелеграфистов. Учили принимать на слух и передавать на ключе тексты, составленные исключительно из пятизначных групп, таких, например, как 91560 57382 45067 ... АЖШХН ЭНЮРЯ ТМКФШ ... И вот с такими навыками приходили молодые люди в радиоспорт. Для работы CW в эфире армейских навыков для начала было достаточно — RST NAME QTH 73, а дальше? С этим можно как-то работать только в соревнованиях — 599 16 599 045... А если такой коротковолновик на вопрос корреспондента "Какая у вас сейчас погода?" отвечает "GP 100W ..."! Однако это было бы поправимо, но уже не для нового поколения радиолюбителей... Почему? На этот вопрос отвечу вопросом: "С какой целью или по чьей указке разработчики экзаменационной программы по приёму на слух и передаче кода Морзе исключили из текстов буквы русского алфавита Ч Ш Э Ю Я? Одного этого достаточно, чтобы не просто ограничить общение на русском языке, а вообще исключить его. В каком случае в радиолюбительской практике передаются шифрованные пятизначными группами сообщения? Нет такого случая! Более того, это запрещено Регламентом Любительской службы. Тогда почему экзаменационные контрольные тексты представлены именно такими группами? Если это не умысел, тогда можно предположить, что к разработке программы был допущен любитель HST — спортсмен, занимающийся скоростным приёмом и передачей кода Морзе, с минимальным представлением о коротковолновой любительской связи или вовсе не имеющий о ней понятия, так как HST не имеет к радиосвязи никакого отношения. Как бы то ни было в действительности, но вред причинён теперь уже труднопоправимый.

Вот так после сдачи таких экзаменов передаёт, например, QTH CHELYABINSK радиолюбитель из Челябинска другому российскому радиолюбителю или SHATURA, TSCHUWASHIJA, JAKUTSK. Для нормальной подготовки наших радиолюбителей к работе в эфире контрольные тексты должны быть представлены исключительно открытым текстом на русском языке, тогда не будет искусственно выращенной бестолковщины, с которой на вопрос о погоде отвечают "GP 100W". Тем радиолюбителям России, которые в ходе подготовки к экзаменам по приёму на слух кода Морзе получили антирусскую дозу глупости, настоятельно советую приступить к самолечению путём регулярной работы с очень простой и доступной методикой освоения приёма на слух открытого текста "Вы говорите кодом Морзе?". И конечно же, доучить буквы русского алфавита Ч Ш Э Ю Я. Отвечайте, пожалуйста, на CQ de UA3AO — поговорим CW по-русски!

* * *

Вы говорите кодом Морзе?

Иногда я задаю вопрос, вынесенный в заголовок, корреспондентам после обмена обязательной информацией, что типично для большей части связей — RST, NAME, QTH... И совсем не многие подтверждают готовность "поговорить".

Известно, что большинство операторов записывают на бумагу передачу корреспондента, что исключает диалог или делает его похожим на разговор двух человек через переводчика. В нашем случае беседа опосредована карандашом и бумагой и проходит крайне вяло. Надо сказать, что это беда и тех радиолюбителей, которые проводят связи на высоких скоростях. Эту категорию радиолюбителей Э. Т. Кренкель не имел в виду, сказав, что радиолюбитель, не владеющий телеграфом, — радиоинвалид... Мы сейчас говорим о степени владения CW.

Многие приверженцы CW спрашивают, как научиться радиообмену без записи принимаемых сообщений. Начнём с простого. Необходимо подготовить на удобном для вас носителе звуковой информации тексты, которые можно записать с датчика кода Морзе или каким-либо ключом.

Каждый текст должен состоять из 30....50 слов, которые записаны на близкой к максимальной для вас скорости, но с увеличенными паузами между словами — две—пять секунд.

Текст № 1

МА ОМ ТА АД ИТ ЗА УМ ОР ЕС ИЖ ФД ША ЭЙ

Дальше доведите до необходимого числа слов сами.

Текст № 2

КОТ БИС РОМ СОК ЛИС ФАЛ РЫМ БРА ЛОМ РАЖ БОТ

Текст № 3

ЧИТА РОТА БЛОК КЛОД ХРЕН ЩУКА ФАЗА БАРК ЛИФТ

Текст № 4

ВДОЛЬ МАССА ПЕТЛЯ ГЕТРЫ ЛЕВЫЙ ТОЩИЙ НОЖКА

Текст № 5

ОХРАНА КОНВОЙ ОШИБКА ЗАПИСЬ МОЛЬБА ПАДАТЬ

Текст № 6

ОБМОРОК ЧЕСТНЫЙ ДОВЕРИЕ РОКОВОЙ ГОНОРАР

Чтобы ускорить работу по подготовке текстов, воспользуйтесь каким-либо словарём для выбора слов с необходимым числом букв для каждого текста. Итак, магнитофон "заряжен" текстами. Все писчие принадлежности со стола убрать!

Включаем Текст №1, слышим — МА, сразу произносим — Ма, именно Ма, а не Эм А!

Дальше звучит — ОМ, говорим — Ом, а не О Эм... И так поступаем со всеми услышанными словами в каждом тексте. Если вы не приняли слово, забудьте о нём и слушайте следующее и т. д.

С каждым новым текстом необходимо работать до тех пор, пока не будет пропусков. Вот закончили работу с текстом № 6... Это уже много! Теперь берите любимую книгу или газету и запишите на "вашей" скорости текст — минуты две. Знаки препинания передавайте как ТЧК, ЗПТ, ТИРЕ, КВЧК, ДВТЧК, ?.

Паузы между словами пока остаются увеличенными! Постарайтесь в паузах успевать произносить только что услышанное слово.

На этот несложный курс каждому понадобится разное количество времени... Но в любом случае это количество перейдёт в качество (диалектика!!!). Когда вы вдруг осознали, что понимаете всё, что слышите, приходите на 7018 кГц как-нибудь вечерком.

Поговорим!



Дорога в радиоспорт

Алексей АБРАМОВ (RA4HRA), г. Самара



Проект Детско-молодёжного спортивно-технического клуба "Контур"с названием, вынесенным в заголовок, стал победителем во втором конкурсе президентских грантов в 2018 г. Рассказывает автор проекта Алексей Валерьевич Абрамов.

Получилось так, что скоро уже будет 40 лет, как я занимаюсь радиоспортом. Мой путь в радиоспорт, как и многих, начался с кружка многоборья радистов при районном Дворце пионеров.

За многие годы я перепробовал все дисциплины радиоспорта, более 30 лет веду педагогическую деятельность. Наверное, вполне закономерно, что за этот немалый срок выработалась некая система взглядов на проблемы развития радиоспорта, которая и легла в основу проекта "Дорога в радиоспорт".

Радиоспорт, как и подавляющее большинство технических видов спорта, имеет высокий так называемый "порог вхождения". То есть с момента начала занятий до сколько-нибудь осязаемого результата новичок должен пройти достаточно долгий и тернистый путь. Это относится ко всем спортивным дисциплинам радиоспорта.

Посудите сами — будущий "скоростник" должен выучить "назубок" код Морзе (как минимум 26 латинских букв и 10 цифр), довести скорость приёма хотя бы до 40 знаков в минуту, чтобы просто принять участие в соревнованиях. Будущий "охотник" должен освоить карту, компас, научиться пользоваться радиоприёмником, различать позывные радиопередатчиков, определять направление на источник радиосигнала, оперативно отыскивать спрятанный передатчик, а также иметь необходимый уровень физической подготовки для преодоления дистанции. Отсутствие хотя бы одного компонента подготовленности не позволит даже просто закончить соревновательную дистанцию в контрольное время. Будущий "контестмен" для участия в соревнованиях по радиосвязи, хотя бы телефоном, должен усвоить массу информации — о диапазонах, кодовых сокращениях, правилах работы в эфире, системе позывных сигналов, научиться управлять приёмопередатчиком и антеннами. Будущему "многоборцу" необходимо овладеть хотя бы базовыми навыками во всех упражнениях соревновательной программы.

Чтобы пройти путь начальной подготовки, ребёнок должен быть высокомотивирован. Но, к сожалению, наше насыщенное компьютерами и смартфонами время предлагает школьнику массу интересных занятий, которые успешно конкурируют с тем, что предлагает радиоспорт. И немалое значение в этой ситуации имеет именно "порог вхождения". Увы, отсев в секциях радиоспорта очень высокий. И одна из основных причин — необходимость получения большого объёма знаний и навыков на начальном этапе подготовки. Понятно, что в секциях остаются самые усидчивые, дисциплинированные и мотивированные ребята.

В настоящее время, среди наиболее развитых, можно отметить группу спортивных дисциплин, объединённых понятием "спортивная радиопеленгация". И это не случайно. Все известные мне коллективы "охотников" активно занимаются также родственным видом спорта — спортивным ориентированием, порог вхождения в котором значительно ниже, чем в спортивной радиопеленгации. Особенно эффективно работает в этом направлении ориентирование в городских парках — в таких соревнованиях можно принимать участие сразу после краткого инструктажа. "Охотники" проводят для новичков неофициальные соревнования с постоянно работающими радиопередатчиками. Дисциплина "Спортивная радиопеленгация — радиоориентирование" также позволяет успешно закончить дистанцию при владении небольшим количеством навыков и приёмов.

Общероссийской федерацией радиоспорта принимаются меры для снижения порога вхождения и в других дисциплинах. В обновлённой редакции Правил соревнований появилась возможность проведения соревнований по программе, доступной новичкам. В частности, это коснулось многоборья радистов, в котором теперь разрешено проводить УКВ-тест телефоном.

Увы, традиционный календарь соревнований по радиоспорту пока не предусматривает мероприятий, доступных для начинающих. Конечно, подобные соревнования кое-где проходят на местах, но на общероссийском уровне подобной практики пока нет.

Вторая проблема очевидна и не требует столь подробного описания — это разобщённость коллективов радиоспортсменов. Представители разных групп спортивных дисциплин радиоспорта мало знают друг о друге. На просторах России работает немало коллективов, которые ни разу не принимали участия в соревнованиях общероссийского уровня.

Наш проект нацелен на то, чтобы открыть новичкам (в том числе коллективам — "новичкам" на общероссийском уровне) дорогу в радиоспорт.

На первом этапе проекта мы проводим мониторинг ситуации в радиоспорте на территории всей России. Наша задача — получить адекватную информацию о существующих (планируемых к открытию) коллективах радиоспорта, их ресурсах, возможностях, желаниях и потребностях.

На втором этапе — путём постоянных заочных контактов (в форме информационно-образовательного веб-сайта, вебинаров, рассылок, активности в социальных сетях и т. п.) активизировать информационный обмен между педагогами. Познакомить руководителей коллективов с современными требованиями. Помочь в подготовке к соревнованиям. Подсказать, как правильно взаимодействовать с государством и муниципалитетом. Конечно же, обменяться опытом привлечения детей к занятиям радиоспортом, проведением соревнований и конкурсов для начинающих.

Кульминацией проекта будет Фестиваль детского и юношеского радиоспорта, который пройдёт в Самаре в июле 2019 г. На фестивале юные участники смогут оценить различные дисциплины радиоспорта, приняв участие в соревнованиях по упрощённой программе, получить полезные навыки на мастер-классах от тренеров по разным группам дисциплин и обменяться "секретами" своих спортивных дисциплин со сверстниками.

Педагоги получат возможность обмена опытом, получат консультации и, что самое главное, смогут лично познакомиться друг с другом.

Также на фестиваль приглашаются конструкторы — производители аппаратуры для радиоспорта, в рамках фестиваля запланирована выставка-ярмарка.

Хочется немного подробнее остановиться на "соревновательной" программе фестиваля. Слово "соревновательной" не случайно взято в кавычки. Мероприятия в рамках фестиваля носят не состязательный, а ознакомительный характер. В программе предусмотрены серьёзные отклонения от Правил соревнований по радиоспорту в сторону упрощения упражнений.

Для тех, кто делает первые шаги в спортивной радиопеленгации, кто занимается другими дисциплинами радиоспорта, мы предлагаем облегчённые упражнения. Во-первых, это дистанция с постоянно работающими радиопередатчиками. Во-вторых, это специально спланированная для начинающих дистанция по радиоориентированию. В-третьих, это спринт на тер-

ритории лагеря с увеличенным сеансом работы радиопередатчиков в минутном цикле (20"/40"). Забеги будут проходить в сосновом легкопробегаемом лесу. Для участия в мероприятии тех, кому нужно, обеспечим прокатными радиопеленгаторами.

Для тех, кто впервые будет знакомиться со скоростной радиотелеграфией, будут проведены соревнования по приёму радиограмм, составленных из урезанного алфавита — наиболее легко запоминаемых знаков морзянки (ЕИСХ5ТМО).

Для ознакомления с многоборьем и радиосвязью будут организованы УКВ-радиотест и радиосеть в телефонном режиме. Также будет прокатный фонд портативных УКВ-радиостанций.

Главная идея мероприятий фестиваля — это дистанции "охоты" для скоростников, многоборцев и связистов. Приём радиограмм, тест и радиосеть — для "охотников". Приём, радиосеть и "охота" — для связистов.

Такой обмен навыками, на наш взгляд, позволит расширить спектр активностей, предлагаемых детям в секциях радиоспорта, сделать занятия более разнообразными. А это обязательно должно сказаться и на количестве занимающихся.

Все затраты на участие в фестивале (проезд, проживание и питание) для руководителей команд будут бесплатны — оплачены за счёт средств гранта. От спортсменов потребуется лишь оплата проживания и питания. Никаких дополнительных взносов взиматься с них не будет.

Мы надеемся, что реализация проекта позволит дать развитию радиоспорта хороший старт и что мы вместе сумеем найти способ сделать проведение подобных фестивалей и других очных встреч регулярными, а связь между собой будем поддерживать постоянно.

Если ваш коллектив желает присоединиться к проекту, пишите на **road@radiosport.info**, вступайте в сообщество **https://vk.com/radiofest**.

Двунаправленный усилитель UN7BV

Владимир РУБЦОВ (UN7BV), г. Астана, Казахстан

Трансиверы с использованием двунаправленных (реверсивных) усилителей включают в свой состав меньше радиодеталей по сравнению с другими конструкциями, потому что часть элементов используются как на передачу, так и на приём. Вниманию читателей предлагается двунаправленный усилитель, обеспечивающий большой коэффициент усиления в обоих направлениях и имеющий возможность оптимального согласования по сопротивлению со смежными каскадами.

Двунаправленные усилители, как правило, уступают обычным по такому параметру, как коэффициент усиления по напряжению. Причиной тому является нежелательная обратная связь с выхода усилителя на его вход, возникающая в результате подключения канала усиления в обратном направлении и шунтирования каналов разных направлений друг другом. Увеличение коэффициента усиления выше определённого уровня может привести к самовозбуждению усилителя, по этой причине коэффициент усиления приходится ограничивать. Эту проблему решает отключение неработающего каскада противоположного направления дополнительными контактами коммутирующих элементов либо дополнительное закрывание активных элементов неработающего каскада напряжением противоположного знака.

Рис. 1

При использовании реверсивных усилителей в трансиверах приходится согласовывать кольцевые диодные смесители, имеющие низкое выходное сопротивление с каскадами, имеющими относительно высокое сопротивление, чтобы получить максимально возможный КПД применённых каскадов, причём в режиме передачи по отношению к режиму приёма приходится делать то же самое, но в обратном направлении. В предлагаемом усилителе решению этой проблемы также уделено внимание.

Схема двунаправленного усилителя показана на **рис. 1**. Канал, работающий на передачу (TX), выполнен на полевом КП302Б (VT3) и биполярном КТ3102Б (VT1) транзисторах. Канал приёма (RX) собран на биполярных транзисторах VT2, VT4 и VT5. Усиление по напряжению в режиме RX — не менее 800, в режиме TX — не менее 500.

В режиме RX на резистор R12 подают напряжение +12 В. В этом случае прохождение сигнала осуществляется слева—направо, от трансформатора T1 к конденсатору C12. Сигнал усиливают транзисторы VT2, VT4 и VT5, включённые по схеме с ОБ, ОБ и ОЭ соответственно. Транзисторы имеют гальваническую связь друг с другом, и за счёт отрицательной обратной связи по постоянному току через резистор R8 обеспечивается термостабильность их режимов, что повышает устойчивость усилителя. Обмотку I трансформатора T1 (вход) подключают к диодному балансному смесителю трансивера. Путём подбора конденсатора C3 или числа витков обмотки II T1 можно оптимально согласовать выходное сопротивление смесителя с входным сопротивлением усилительного каскада на транзисторе VT2. Нагрузкой усилителя на транзисторе VT4 является резистор R13 и подключённый к нему контур L1C10C11, который настроен на частоту 500 кГц. Изменяя соотношения ёмкостей конденсаторов C10 и C11 (результирующая ёмкость должна быть около 2300 пФ), проводят согласование усилителя с нагрузкой. Для согласования с последующим каскадом можно сделать отвод от катушки L1.

В режиме TX напряжение +12 В подают на резистор R1, и сигнал проходит справа—налево. При этом рабо-

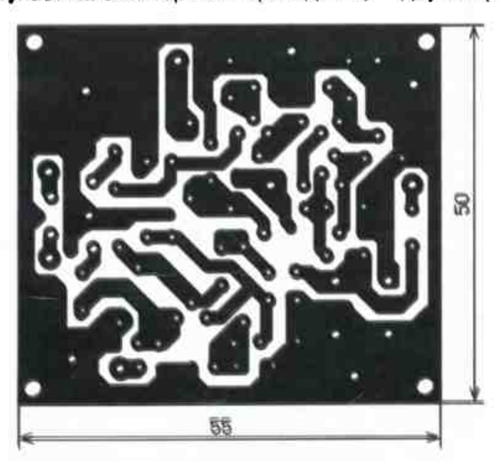
тают транзисторы VT1 и VT3. Цепь затвора полевого транзистора имеет высокое входное сопротивление, поэтому мало шунтирует контур L1C10C11. Истоковая цепь транзистора VT3 и эмиттерная цепь транзистора VT1 объединены, что уменьшает число применённых радиодеталей. Выходное сопротивление каскада на транзисторе VT1 с входом диодного смесителя можно согласовать подборкой конденсатора C1 и числа витков обмотки III трансформатора T1.

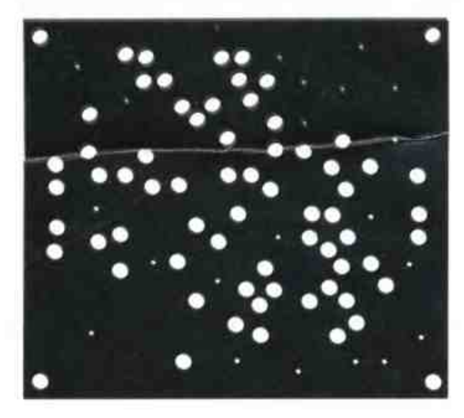
Когда работают транзисторы VT1 и VT3, постоянное напряжение, присутствующее на резисторе R6, через R3 поступает на эмиттерный переход VT2, закрывая его, а когда работают VT2, VT4 и VT5, аналогичным образом закрывается транзистор VT1 на счёт напряжения на резисторе R6. Таким образом, уменьшается воздействие одного усилительного тракта на другой при различных режимах, чем достигается большая устойчивость усилителя и удаётся реализовать более высокий коэффициент усиления в обоих направлениях.

Нужно отметить и то, что при коммутации режимов не используются вносящие нелинейность переключательные диоды, что выгодно отличает предложенный усилитель от других.

Все элементы смонтированы на двухсторонней печатной плате из водом, припаивают с двух сторон платы. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**. На ней последовательно с резисторами R1 и R12 установлены защитные диоды, которые были нужны на этапе макетирования. В реальном устройстве нужды в этих диодах нет, поэтому топология платы, показанной на рис. 2, сделана без них.

Настройка усилителя производится путём подборки резисторов R8 (в режиме RX) и R4, R7 (в режиме TX) до получения максимального коэффициента усиления при минимальных искажениях синусоидального сигнала и отсутствии самовозбуждения, а также при подстройке контура L1C10C11 на частоту 500 кГц по максимуму сигнала в режиме приёма. Согласование следует произвести, как указано выше, и проверить, не расстраивается ли этот контур при переходе из режима приёма в режим передачи. При оптимальном согласовании этого не происходит. Если же расстройка присутствует, следует остановиться на компромиссе. Обычно в режиме передачи амплитуда сигнала больше, чем в режиме приёма, а потому требуется и меньшее его усиление.





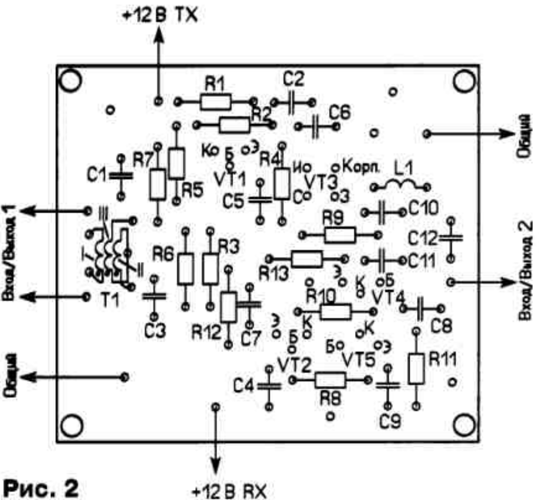


Рис. 2



Рис. 3

фольгированного стеклотекстолита, показанной на **рис. 2**. Применены резисторы С2-23, МЛТ, конденсаторы К10-17. Катушка L1 намотана на каркасе от контура ПЧ радиоприёмника "Селга" и содержит 75 витков провода ПЭЛ 0,16, намотанных внавал, подстроечник — из феррита марки 400НН. Трансформатор T1 намотан на ферритовом магнитопроводе 600НН типоразмера К10×5×4 тремя скрученными между собой с шагом 3 мм проводами ПЭЛ 0,18, число витков — 40. Если применить транзисторы с меньшими входными и проходными ёмкостями (серий КП303, КП307, КТ325, КТ368), можно получить ещё больший коэффициент усиления.

Элементы установлены со стороны сплошной металлизации. С этой стороны отверстия для выводов элементов, не соединённых с общим проводом, раззенкованы. Выводы элементов, соединённых с общим про-

Вместо подключения диодного смесителя к левому Входу/Выходу 1 может быть подключён контур, аналогичный контуру L1C10C11. При этом согласовать можно с помощью отвода от катушки или путём подбора номинала конденсатора связи.

Хочу выразить благодарность за помощь в подборке оптимальных режимов усилителя, его налаживании и разработке печатных плат радиолюбителю из города Саянска Иркутской области Ковалёву Сергею Викторовичу (R0SBX). Этот усилитель он использовал при разработке своего трансивера.

***От редакции**. Чертёж печатной платы в формате Sprint-LayOut имеется по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/04/revers.zip** на нашем FTP-сервере.*

Пальмочка, зажгись!

М. СКУТЕЛЬСКИЙ, г. Омск

Вниманию читателей предлагается описание конструкции сувенира, который автор подарил своей внучке на Новый год. Впрочем, он подойдёт и для другого торжественного случая. Этот сувенир — макет дерева, в основании которого расположены электронная "начинка" и малогабаритный элемент питания, а на самом "дереве" размещены светодиоды. От лёгкого удара по корпусу макета или поверхности, на которой он размещён, светодиоды включаются "перемигиваясь", а через некоторое время гаснут.

Схема устройства приведена на **рис. 1**. Усиление сигнала пьезоэлемента ZQ1 осуществляет каскад на транзисторе VT1. Для повышения экономичности каскада коэффициент усиления этого транзистора по току ($h_{21Э}$) должен быть не менее 300. Таких много среди транзисторов серии КТ530, но мне удалось подобрать подходящий экземпляр из нескольких транзисторов КТ315Б. Корпус у него более плоский, это нужно для уменьшения габаритов всего устройства. Подборкой резистора R3 устанавливают на коллекторе транзистора VT1 напряжение чуть более 2 В, это напряжение — порог переключения элемента DD1.1. Нужного номинала резистора (230 кОм) не оказалось, поэтому пришлось установить два резистора последовательно с нужным суммарным сопротивлением.

Попытка подключить пьезоэлемент непосредственно к базе транзистора VT1 привела к неустойчивой работе каскада, к тому же чувствительность устройства была очень высокой. Поэтому между пьезоэлементом и базой транзистора установлен ФНЧ R1C1, конденсатор C2 — разделительный.

На элементах DD1.1, DD1.3 собраны инверторы, на элементе DD1.2 — генератор импульсов с частотой следования около 1 Гц. В исходном состоянии на выходе элемента DD1.1 и на выходе триггера DD2.1 низкий логический уровень, поэтому на выходе элемента DD1.3 будет высокий уровень, который поступает на входы R счётчиков DD3 и DD4 и запрещает их работу. К выходам счётчика DD3 подключены светодиоды HL1—HL9, которыми он и управляет. Исключение составляет вывод 3 (выход 0), на котором в этом состоянии присутствует высокий уровень, поэтому число светодиодов на пальмочке равно девяти.

При механическом воздействии (лёгком ударе по столу, на котором стоит пальмочка) на пьезоэлементе ZQ1 возникает импульс напряжения амплитудой 30...80 мВ, который усиливает каскад на транзисторе VT1, что приводит к переключению элемента DD1.1, и на выходе триггера DD2.1 установится высокий логический уровень.

Низкий уровень на входах R счётчиков DD3 и DD4 разрешит их работу. Сначала счёт импульсов генератора ведёт счётчик DD3, и на его выходах последо-

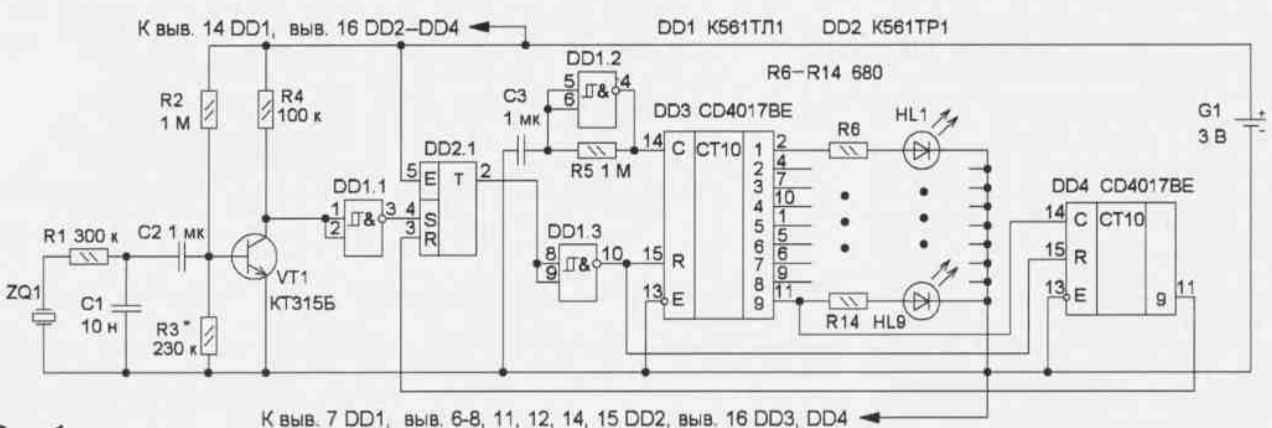


Рис. 1

вательно будет появляться высокий уровень, который "зажигает" светодиоды HL1—HL9. Каждый десятый импульс генератора будет увеличивать состояние счётчика DD4, и когда на его выходе 9 (вывод 11) появится высокий уровень, он обнулит триггер DD2.1. В результате на входах R счётчиков DD3 и DD4 будет высокий уровень, обнуляющий и запрещающий их работу, а устройство в итоге вернётся в исходное состояние.

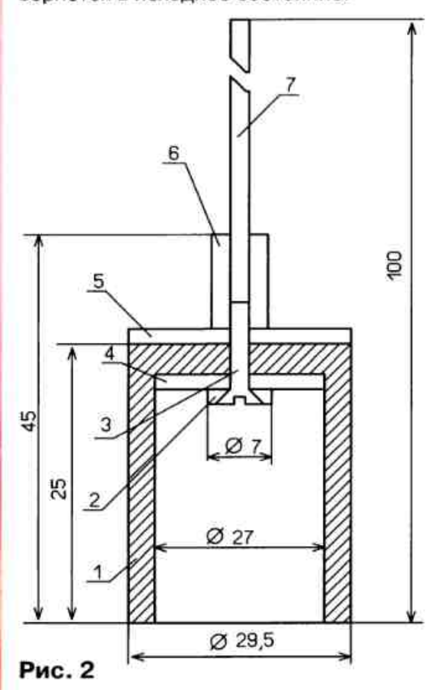


Рис. 2

Питается устройство от Li-Ion элемента CR1025 (диаметр — 10 мм, толщина — 2,5 мм), потребляемый в дежурном режиме ток — около 7 мкА. Выключателя питания в устройстве нет, поэтому при хранении пальмочки элемент питания надо удалить.

Основа пальмочки — каркас, конструкцию которого поясняет **рис. 2**. Пластмассовый цилиндрический футляр 1 является основанием, в котором размещены электронная часть и элемент питания. Высота футляра — 25 мм, внутренний и внешний диаметры — 27 и 29,5 мм соответственно. С помощью винта 3 М3, фасонной шайбы 2 и втулки 6 с резьбой М3 к футляру крепят две шайбы 4 и 5. Шайба 5 диаметром 29 мм с отверстием диаметром 3,5 мм посередине изготовлена из одностороннего фольгированого стеклотекстолита. К ней при сборке припаивается общий провод соединённых вместе выводов катодов светодиодов HL1—HL9. Шайба 4 диаметром 27 мм с отверстием диаметром 3,5 мм посередине изготовлена из такого же стеклотекстолита. К ней при сборке припаивают минусовый провод платы. Во втулку 6 ввинчена шпилька 7 с резьбой М3. Общая высота каркаса — около 100 мм.

Предварительно посередине шайбы 4 надо приклеить держатель (**рис. 3**) элемента питания. Держатель представляет собой отрезок пластмассовой трубки длиной 8 мм с внутренним диаметром 10 мм. Я взял его от катушки ниток. Расположить этот отрезок надо так, чтобы клей не попал под фасонную шайбу 2 (см. рис. 2), иначе может быть нарушен электрический контакт между ней и элементом питания. Эта шайба

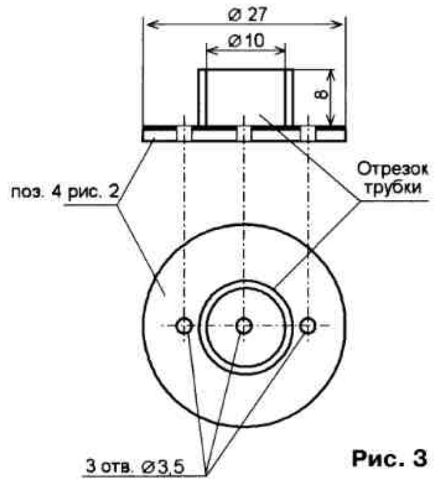


Рис. 3

будет контактировать с минусовой площадкой элемента питания. Клей "Момент" наносят на торец держателя и на шайбу 4 со стороны фольги и дают подсохнуть 1 мин. Затем держатель с силой прижимают к шайбе 4 и дополнительно наносят клей по его контуру с внешней стороны. После высыхания клея сверлят отверстия, как показано на рис. 3.

Вкладывают шайбу 4 (см. рис. 2) внутрь футляра 1, маркером или карандашом помечают места боковых отверстий шайбы на футляре, в котором сверлят отверстия диаметром 3,5 мм. Затем винтом М3 с гайкой стягивают шайбу 4 с футляром 1 и через отверстия в шайбе сверлят два отверстия в футляре. Маркером прочерчивают линию от одного из отверстий до основания футляра. На этой линии надо смонтировать фиксирующую скобу, необходимую при установке платы с деталями.

Далее отвинчивают втулку 6 и одевают на винт шайбу 5 (фольгированной стороной наружу), стягивают футляр с обеими шайбами и сверлят два отверстия в шайбе 5. Помечают маркером положение шайбы 5 относительно футляра. Эта операция не лишняя и позволит избежать путаницы при повторной сборке.

Из школьной тетради извлекают скобу, скрепляющую листы (или скобу для степлера), и измеряют расстояние между "рожками". На таком же расстоянии на прочерченной линии в футляре сверлят два отверстия диаметром 1 мм. Скобу вставляют с внешней стороны и временно фиксируют с помощью клея, например термоклея. По окончании сборки и проверки её можно будет удалить.

Классической печатной платы в моей конструкции нет, а есть гибкая полоска картона, к которой приклеены часть элементов и применён проводной монтаж. Такое конструктивное решение позволило разместить много элементов в небольшой по объёму футляр. Чертёж с размещением элементов на такой "плате" показан на **рис. 4**. Предварительно выводы микросхем сгибают к пластмассовому корпусу, это сделано для экономии места и для предотвращения их касания с выводами других микросхем при сгибании такой "платы" в кольцо.

На "плате" есть девять отверстий, через которые пропускают провода на резисторы R6—R14. К другим выводам этих резисторов сверху по "стволу"

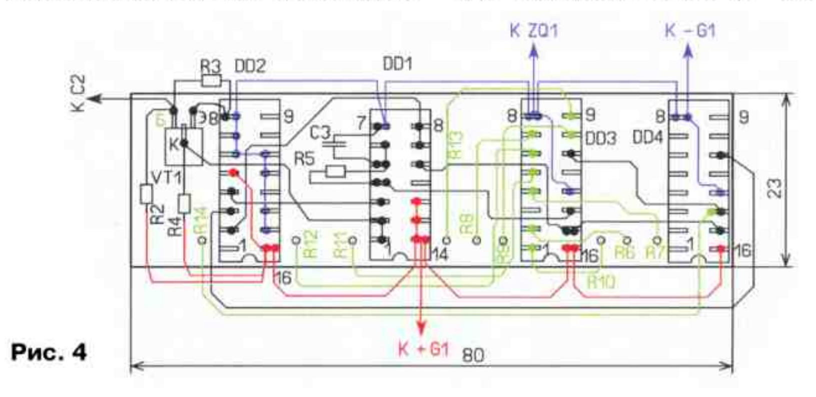


Рис. 4

спускают провода от светодиодов. Эти резисторы приклеены по кругу на внешней цилиндрической поверхности футляра. Для этого надо просверлить в футляре отверстия, совпадающие с отверстиями на монтажной "плате".

Для этого из миллиметровой бумаги вырезают прямоугольник 80×23 и на нём размещают все детали с учётом того, что при сгибании "платы" в кольцо выводы микросхем сблизятся, а отверстия немного сместятся. Главное — чтобы приклеенные микросхемы не перекрыли отверстия. И помните, что отверстия должны быть в нижней части футляра, через них надо будет пропус-

тить провода. Если отверстия окажутся в верхней части, они будут вне поля зрения, и пропускать через них провода окажется трудной задачей.

Прямоугольник наклеивают на картон, и сверлом или шилом делают отверстия диаметром 1 мм и аккуратно по контуру вырезают "плату". Сворачивают "плату" в кольцо, вводят её внутрь футляра и дают ей развернуться. Условимся, что край, где расположен транзистор VT1, должен вплотную прижаться к приклеенной к футляру скобе. Затем распрямляют канцелярскую скрепку и загибают её конец длиной 15 мм под прямым углом. Теперь берут загнутую скрепку пассатижами, чтобы не обжечься, и, вводя загнутый конец скрепки поочерёдно в каждое отверстие, разогревают скрепку паяльником, прожигая отверстия в футляре. Остаётся рассверлить эти отверстия с внешней стороны сверлом диаметром 2 мм, прижимая "плату" к футляру пассатижами или пинцетом.

Детали наклеивают на "плату", проверяя положения ключа каждой микросхемы. В нашем случае все ключи ориентированы в одну сторону. Выводы элементов соединяют специально подготовленными проводами малого сечения в соответствии со схемой. Эти провода легко помещаются между выводами микросхем и в свободном пространстве у края "платы".

Нижнюю часть пластмассового футляра закрывает заглушка, для которой по размеру подошла крышка от молочной бутылки "Домик в деревне" или подобных продуктов. Крышка имеет внутреннее кольцо, в него установлен пьезоэлемент ZQ1 FML-31T-4.0A1-100 (резонансная частота — 4 кГц).

Применены резисторы МЛТ, С2-23, конденсаторы — К10-17, светодиоды желательно применить повышенной яркости свечения в прозрачном матовом корпусе диаметром 3 мм. Для монтажа можно применить обмоточный провод диаметром 0,1...0,2 мм. Но с кончиков проводов придётся снимать лаковое покрытие, нагревая их паяльником на таблетке аспирина.

"Листья" и светодиоды крепят на "стволе" — шпильке 7 по своему усмотрению, но выше резьбовой втулки 6 (см. рис. 2). Втулку вместе с футляром на завершающем этапе нужно будет закамуфлировать под камень — это бумажный колпак, который у меня покрыт скорлупой от перепелиных яиц. Колпак имеет продольный разрез по всей длине и сверху имеет отверстие. Чтобы надеть эту конструкцию на ствол и на футляр, надо её достаточно высоко поднять. В этом месте "ствол" должен быть свободным.

Крепят светодиоды с помощью металлических консолей. Для этого шпильку 7 обматывают бумажной лентой, чтобы результирующий диаметр стал 6 мм. Для этого вырезают полоску бумаги соответствующей ширины, смазывают клеем и наматывают на шпильку, проверяя получившийся диаметр. Заготавливают девять г-образных консолей, которые приклеивают к "стволу" в местах, где планируется установить светодиоды. С помощью отрезка ПВХ-трубки укороченный вывод анода с предварительно припаянным проводом закрепляют на консоли. Катоды всех светодиодов можно соединить между собой и с шайбой 5 (см. рис. 2) отрезком лужёного монтажного провода.

Конструкция плюсового контакта для держателя элемента питания показана на **рис. 5**. Для его изготовления отрезают картонную полоску шириной 7 мм и, размочив в воде, наматывают на двухмиллиметровое сверло до получения диаметра 7 мм. Получившийся каркас 1 фиксируют нитками и дают просохнуть. Затем равномерно по окружности наматывают лужёный провод 2 длиной около 180 мм, взятый из многожильного монтажного провода. Этот провод должен выходить из центра контакта.

Крепление футляра с заглушкой поясняет **рис. 6**. Для стяжки футляра 4 и заглушки 1 использован резиновый жгут 3. Одновременно он прижимает к элементу питания плюсовой контакт 6. В боковых стенках заглушки 1 напротив друг друга сверлят два отверстия, в которые вставляют крючки 2. Их изготавливают из канцелярской скрепки, вставляют в отверстия и зажимают пассатижами.

Упругий жгут 3 изготовлен из резиновой нити. Чтобы определить его длину, надо будет собрать всю конструкцию. Предварительно заготовьте отрезок толстой нити длиной около 200 мм, отрезок тонкой нити, маркер, открытый тюбик клея со свободно накинутой крышечкой (мы же не любим, чтобы клей высыхал в тюбике!).

Пропустите петлю из толстой нити через два отверстия в футляре. Установите элемент питания 5 и вставьте контакт 6. Подтяните нитью контакт и прижмите его к элементу питания. Установите на своё место заглушку 1 с крючками 2. Удерживая нить натянутой, зафиксируйте заглушку, обхватив её крючки 2. Отверстия в футляре и крючки на заглушке должны находиться на одной линии. Сделайте маркером отметки на нити у концов крючков. Освобождают нить и достают её из футляра. Метки на ней обозначают длину жгута в растянутом состоянии.

В деревянную доску вкручивают два шурупа на расстоянии, равном расстоянию между метками. Растягивают резиновую нить с сильным натяжением и делают пять витков, обхватывая оба шуру-

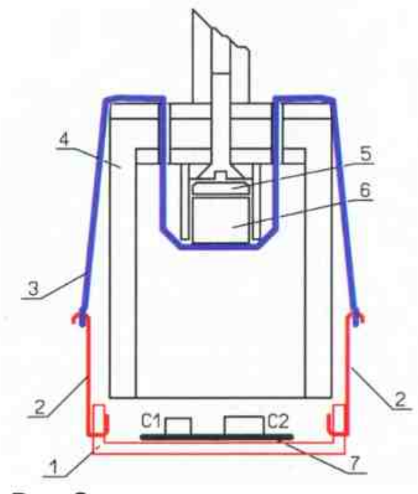


Рис. 6

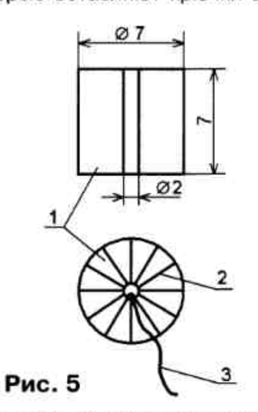
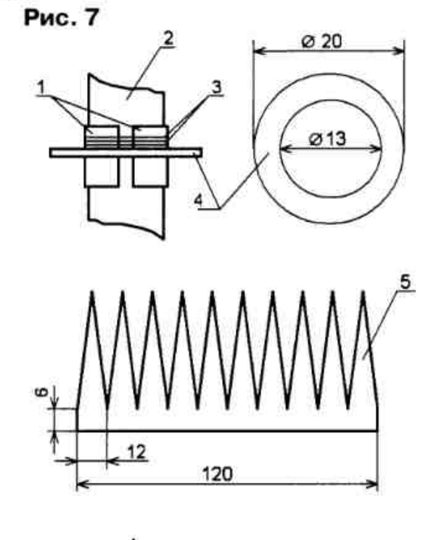
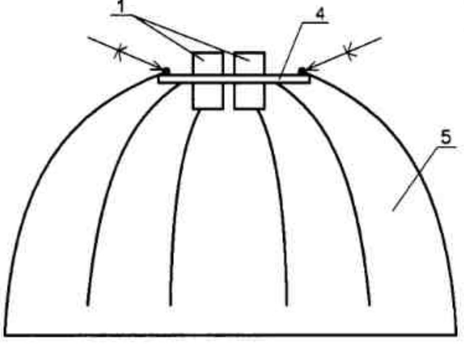


Рис. 5

Рис. 7





па. Выкрутив один шуруп, концы получившегося жгута скрепляют тонкой нитью так, чтобы получились петли для надевания на крючки. Проверяем, как одевается жгут. С обоих концов жгута можно закрепить тонкую нить, чтобы "ловить" жгут, если он "убежит" в футляр.

После монтажа, сборки и проверки работы устройства следует заняться оформлением внешнего вида. Прежде всего предстоит сделать картонный чехол, конструкция которого и входящие в него элементы показаны на **рис. 7**. Этим чехлом закрывают основание пальмочки. Для изготовления чехла берут пластмассовую трубку 1 длиной 10 мм, аналогичную той, которая была использована для изготовления держателя (см. рис. 3) элемента питания. Эту трубку 1 (рис. 7) надо аккуратно распилить вдоль на две части. Из них изготавливают охватывающий "ствол" разъёмный элемент, размещённый на вершине чехла. На оправку 2 диаметром 10 мм (например, сверло) помещают обе половинки и скрепляют их нитками 3. Затем из картона вырезают кольцо 4 и приклеивают его посередине разрезанной трубки 1.

Из картона изготавливают заготовку полусферы 5, сворачивают её и приклеивают концами "зубцов" к кольцу 4. После высыхания клея разматываем нитку 3 и снимаем чехол с оправки 2. В одном месте разрезаем кольцо 4, введя режущий инструмент между частями трубки 1. Надевают чехол на пальмочку и проверяют, как он сходится в основании. Между чехлом и "стволом" будет зазор, который можно устранить, намотав нитки на "ствол". Если конструкция "сдана в эксплуатацию" (подключена батарея, припаян пьезоэлемент, нижняя крышка притянута жгутом и "пальмочка" несколько раз нормально "отмигала"), устанавливают чехол и фиксируют его на "стволе", стягивая нитками. Затем камуфлируем чехол под любой природный материал. Самая последняя операция — склеивают концы заготовки полусферы 5 у основания, чтобы получить замкнутое кольцо.



Рис. 8

Светодиоды можно как-то украсить. В природе на пальме светодиоды не растут, их надо оформить, например, под цветы. Ваша фантазия тут встаёт в полный рост, но я хочу предложить свой вариант. При заточке карандаша с помощью точилки иногда образуется очень красивая стружка. Её надо аккуратно обвить вокруг сверла диаметром 3 мм и зафиксировать ниткой с клеем. Наносят клей на основание корпуса светодиода и надевают на него такой "цветок". В качестве листьев можно применить собранные летом и высушенные листья или траву или, как вариант, ботву моркови, или укроп.

Внешний вид устройства показан на **рис. 8**. Желаю трудолюбия и успехов.

"Пальмочка", зажгись!

Сенсорный регулятор скорости вращения для микродрели

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Для сверления отверстий в печатных платах радиолюбители часто самостоятельно изготавливают ручные микродрели на основе электродвигателей постоянного тока. Пользоваться такой микродрелью будет удобнее, если снабдить её регулятором скорости вращения вала. Такой регулятор можно сделать сенсорным, например, таким, описание которого приводится ниже.

Схема регулятора показана на **рис. 1**. Диодный мост VD2 обеспечивает правильную полярность напряжения питания устройства независимо от полярности питающего напряжения. Конденсатор C2 сглаживает пульсации, резистор R1 — защитный. На таймере DA1, конденсаторе C1, резисторе R2 и сенсорном элементе E1 собран генератор импульсов с регулируемой скважностью импульсов. Элементы C1, R2 и E1 — частотозадающие. Напряжение на электродвигатель M1 поступает со стока транзистора VT1, который управляется выходным сигналом генератора и работает в ключевом режиме. Применено импульсное питание электродвигателя, и скорость вращения его вала зависит от скважности импульсов напряжения, поступающих на него. Чем меньше скважность, тем выше скорость. Диод VD1 защищает полевой транзистор от ЭДС самоиндукции электродвигателя, возникающей при его питании импульсным током.

В исходном состоянии на выходе таймера (вывод 3) присутствует напряжение высокого уровня (напряжение питания), поэтому транзистор VT1 закрыт, электродвигатель M1 обесточен и потребляемый устройством ток — около 0,2 мА. При прикосновении пальцем к сенсорному элементу E1 проводимость между его контактами возрастает, и начинается зарядка конденсатора C1, а также работа генератора импульсов. По достижении определённого напряжения на конденсаторе C1 (примерно 2/3 напряжения питания) на выходе таймера появится напряжение низкого уровня и начнётся его разрядка через резистор R2. В этот момент транзистор открывается, и на электродвигатель поступает питающее напряжение. Когда конденсатор C1 разрядится до уровня примерно 1/3 напряжения питания, таймер переключится и транзистор закроется. Чем меньше сопротивление сенсорного элемента, тем больше скорость вращения вала электродвигателя. Когда сопротивление сенсорного элемента станет существенно меньше сопротивления резистора R2, таймер переключаться перестанет и на его выходе установится низкий уровень,

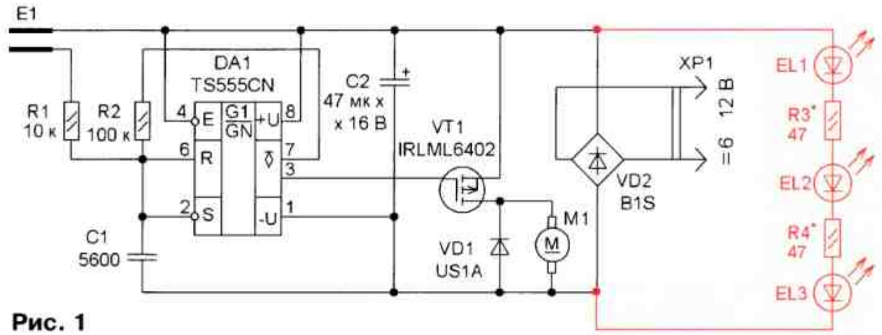


Рис. 1

контакты сенсорного элемента. Соединение между сторонами выполнено с помощью тонкого лужёного провода. Применены резисторы РН1-12 или импортные типоразмера 1206, конденсатор С1 — К10-17 типоразмера 0805, С2 — танталовый конденсатор типоразмера С или D. Диодный мост можно применить любой из серии B1xS, диод VD1 — маломощный импульсный, подойдёт 1N4148UR или любой из серии SS1x. На плату можно установить микросхему КМОП-таймера серии 555 в корпусе DIP8 (TS555CN, ICM7555IPA,

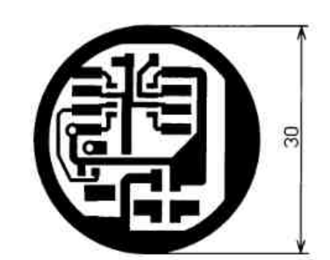




Рис. 2

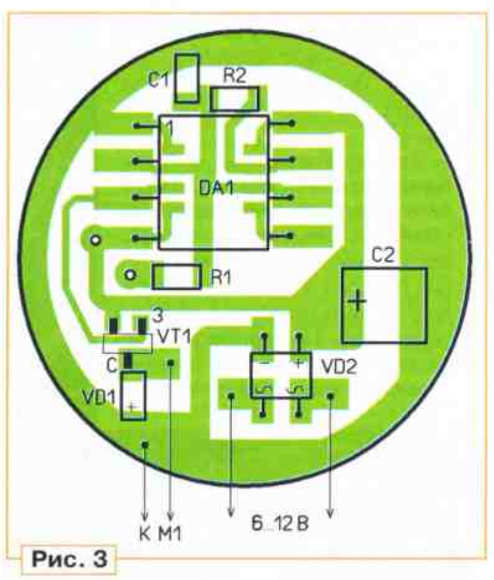


Рис. 3

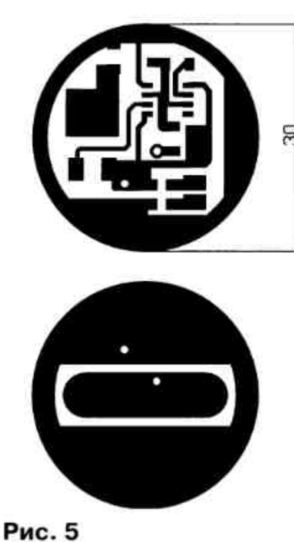


Рис. 5

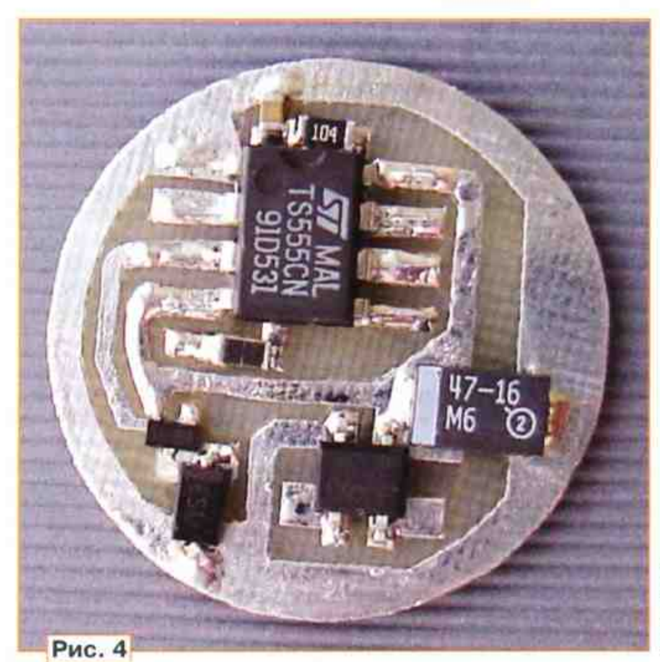


Рис. 4

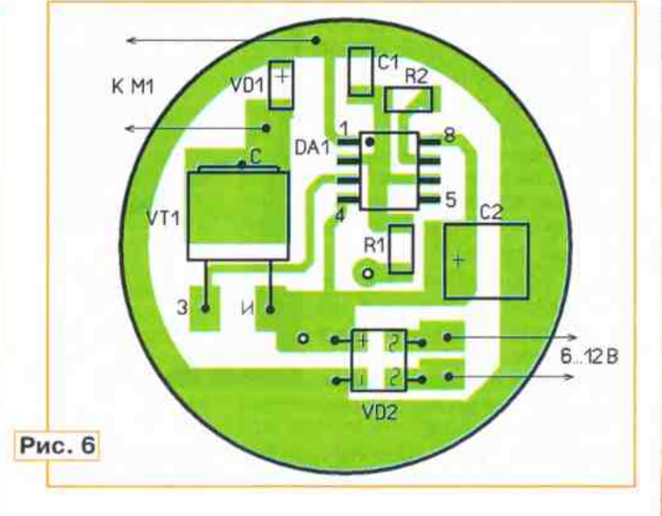


Рис. 6

поэтому транзистор VT1 будет постоянно открыт и на электродвигатель поступит всё напряжение питания. Таким образом, чем сильнее нажимать на сенсорный элемент, тем больше скорость вращения вала.

Все элементы (кроме электродвигателя) установлены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, её чертёж показан на **рис. 2**. Диаметр платы равен диаметру используемого электродвигателя. Элементы размещены на одной стороне (**рис. 3**), а на второй — сформированы

LMC555CN) или SO-8 (TS555CD, ICM7555CBA, LMC555CM). Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 4**.

Максимальное напряжение питания устройства ограничено типами используемых элементов. В данном случае это транзистор IRLML6402, у которого максимальное напряжение затвор—исток — ±12 В. Если применить другой транзистор, например, IRLML9301 или AO3407A, у которых допустимое напря-

жение затвор—исток ± 20 В и конденсатор С2 на напряжение 25 В, напряжение питания устройства будет ограничено допустимым напряжением таймера TS555CN 18 В. Если для питания микродрели применить отдельный БП с постоянным выходным напряжением, диодный мост VD2 не устанавливают и напряжение с БП подают непосредственно на конденсатор С2.

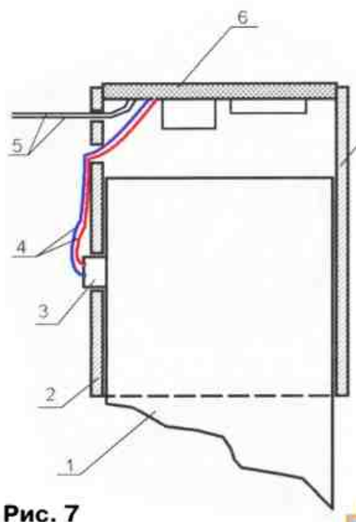


Рис. 7

При использовании электродвигателя с номинальным напряжением 12 В и менее потребляемый им ток будет больше, поэтому полевой транзистор IRLML6402 может заметно нагреваться. В этом случае следует применить более мощный полевой транзистор, например IRFR5505, а топологию платы следует изменить, её вариант для этого транзистора в корпусе TO-252 показан на **рис. 5**. Она предназначена для установки таймера в корпусе SO-8, а схема размещения на ней элементов показана на **рис. 6**. Потребуется заменить и диодный мост, подойдёт например DB151S, или можно применить отдельные диоды с допустимым током до 1,5 А.

Для изготовления микродрели был применён электродвигатель ДПР-52-Н1-02 с номинальным напряжением питания 27 В, но для сверления плат оказалось достаточно напряжения 12 В. Конструкцию устройства поясняет **рис. 7**.

Провода питания 4 электродвигателя 1 выведены сбоку через втулку 3 в верхней части. В качестве корпуса 2 регулятора применён полый диэлектрический цилиндр длиной несколько сантиметров с внутренним диаметром, равным диаметру электродвигателя. Надо, чтобы цилиндр надевался на электродвигатель с небольшим трением. К сожалению, среди многочисленных пластмассовых флаконов и крышек подходящего варианта не нашлось. Поэтому корпус 2 был склеен из бумаги для офисной техники. Для этого были отрезаны два отрезка (по длинной стороне) бумаги формата А4 шириной 50...60 мм. Сначала на электродвигатель наматывают первый слой, затем на него постепенно наносят клей ПВА, наматывая второй и последующие слои. В результате после высыхания получился достаточно прочный корпус 2. Его ровно обрезают с помощью резака для бумаги до нужного размера.

Корпус 2 надевают на электродвигатель 1 сверху, для втулки 3 в корпусе 2 вырезают паз соответствующей ширины. Делают отверстия и пропускают в них провода 4 питания электродвигателя и провода 5 питания устройства. Припаивают провода к плате 6 в соответствии со схемой и учётом того, в какую сторону должен вращаться вал электродвигателя. Проверяют работоспособность устройства, и размещают плату 6 в верхней части корпуса 2 так, чтобы она немного выступала из корпуса. Выступающую часть платы 6 приклеивают к корпусу 2 по всему периметру. Расстояние от платы 6 до электродвигателя 1 должно быть достаточным для размещения проводов. Чтобы устранить влияние влажности на сенсорный элемент, надо нефольгированный участок платы сенсорного элемента покрыть влагостойким и износоустойчивым лаком или краской. Внешний вид устройства показан на **рис. 8**.

Рис. 8





Рис. 9

Для повышения удобства микродрель можно снабдить осветительными диодами, их подключение показано на рис. 1 цветом. Расположить светодиоды надо на стороне, где выведен вал электродвигателя (**рис. 9**), тогда они будут освещать место сверления. Для напряжения питания 12 В были использованы три светодиода (одна ячейка) от светодиодной ленты с номинальным напряжением питания 12 В. Если лента с клеевой основой, надо аккуратно вырезать светодиоды и приклеить их к электродвигателю. Токоограничивающие резисторы припаивают между их выводами. Подборкой этих резисторов устанавливают желаемую яркость освещения. Светодиоды соединяют с платой регулятора с помощью тонких обмоточных проводов, которые сначала приклеивают малым количеством клея "Момент", а затем для защиты от повреждения покрывают эпоксидным клеем. Если напряжение питания устройства будет менее 12 В, число светодиодов надо уменьшить до двух.

***От редакции**. Чертежи печатных плат в формате Sprint-Layout имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/04/sensor.zip** на нашем FTP-сервере.*

Ответы на викторину "Микроконтроллеры и датчики температуры"

("Радио", 2019, № 3, с. 60, 61)

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

1. Ответ — 0. Терморезисторы бывают с отрицательным (NTC) и положительным (PTC) температурным коэффициентом сопротивления (ТКС). В первом случае сопротивление уменьшается с повышением температуры, а во втором — увеличивается. На схеме принято указывать сопротивление терморезистора при температуре +25 °С. Определить знак и значение ТКС терморезистора конкретного типа можно, найдя, например, в Интернете его подробное описание. В рассматриваемом случае тип терморезистора не указан, но перед буквой T в его условном графическом обозначении стоит знак минус. Это означает, что должен быть применён терморезистор с отрицательным ТКС. Следовательно, напряжение на выходе делителя R1RK1 с повышением температуры будет уменьшаться. Нужно отметить, что зависимость напряжения на терморезисторе от температуры нелинейна и требуется её программная или аппаратная линеаризация. Подробнее о программной линеаризации можно прочитать в [1].

2. Ответ — 1. У большинства микроконтроллеров с встроенным АЦП имеется вывод AREF (он может называться и иначе). На него выведено образцовое напряжение АЦП, если оно внутреннее, на него же его подают от внешнего источника. Питание датчика температуры с терморезистором напряжением с вывода AREF обеспечивает независимость результатов измерения температуры от образцового напряжения. Естественно, при его изменении в допустимых для АЦП пределах.

3. Ответ — 0. Питание делителя напряжения из терморезистора RK1 и резистора R1 от дискретного выхода микроконтроллера применяют в случаях, когда датчик необходимо временно отключать. Например, в приборах с автономным питанием так делают для экономии энергии батареи. Когда на выходе установлен высокий логический уровень, датчик работает как обычно. Когда низкий — не работает и не потребляет ток.

4. Ответ — 0. Существуют два метода аппаратной линеаризации характеристики терморезистора [2]. В первом случае параллельно терморезистору подключают резистор, во втором — резистор включают последовательно, как в рассматриваемой схеме. При равенстве сопротивлений терморезистора RK1 и резистора R1 область линеаризации получается симметричной относительно точки +25 °С, поскольку именно при такой температуре калибруют сопротивление терморезистора на заводе-изготовителе. Если, как в рассматриваемом случае, сопротивление резистора R1 (15 кОм) больше сопротивления терморезистора при температуре +25 °С (10 кОм), они станут равными при меньшей температуре. Следовательно, как видно из **рис. 1**, построенного по данным [2], максимально линейный участок зависимости напряжения от температуры тоже сместится в более холодную область.

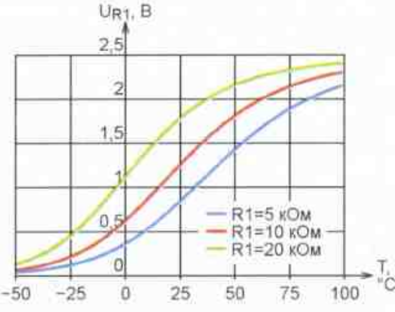


Рис. 1

5. Ответ — 0. В дифференциальном режиме АЦП преобразует в код не абсолютные значения, а разность напряжений, подаваемых на его входы. Благодаря этому синфазные помехи (они одинаковы на обоих входах) взаимно компенсируются. Это преимущество дифференциального режима проявляется при большой длине проводов, соединяющих источник сигнала с входами АЦП, т. е. при большом расстоянии между терморезистором и микроконтроллером. Если соединение выполнено экранированной витой парой проводов с заземлением экрана на стороне микроконтроллера, то подавление помех достигает 60 дБ, а конденсатор C1 дополнительно их снижает. В дифференциальном режиме менее жёстки и требования к стабильности и уровню пульсаций питающего напряжения.

6. Ответ — 1. Известно, что прямое падение напряжения на полупроводниковом диоде при неизменном токе через него теоретически линейно зависит от температуры. Считается, что кремниевые диоды обеспечивают приемлемую линейность этой зависимости в температурном интервале от 0 до +100 °С. Датчик обычно достаточно откалибровать в воде с тающим льдом и в кипящей дистиллированной воде. Важно, чтобы ток, протекающий через диод, был невелик. Иначе разогрев кристалла протекающим током исказит показания. Поскольку крутизна зависимости напряжения на диоде от температуры всего около 2 мВ/°С, то даже при напряжении питания 3,3 В резистор R1 обеспечивает в достаточной мере не зависящий от температуры ток через диод VD1.

Микроконтроллер вычисляет температуру T_x в градусах Цельсия по формуле

$$T_x = 100 \cdot \frac{U_0 - U_x}{U_0 - U_{100}},$$

где U_x — измеренное напряжение на диоде, В; U_0 — напряжение на диоде при 0 °С, В; U_{100} — напряжение на диоде при +100 °С, В.

7. Ответ — 1. LM335A — это прецизионный аналоговый датчик, имеющий крутизну преобразования температуры в напряжение 10 мВ/К в интервале 233,2...373,2 К (−40...+100 °С). Крутизна остаётся практически неизменной при заданном резистором R1 токе через датчик 0,4...5 мА. С помощью подстроечного резистора R2 характеристику преобразования смещают по оси напряжения, добиваясь точных показаний при заданной температуре. Например, 2,982 В при температуре +25 °С.

8. Ответ — 0. Аналоговые датчики температуры серии LM35 с крутизной преобразования 10 мВ/°С по своим свойствам похожи на LM335A. Однако внутри датчика имеется стабилизатор тока, поэтому питать его можно нестабилизированным напряжением 4...30 В без добавочного резистора. При питании однополярным напряжением он измеряет температуру в интервале +2...+150 °С. Соединив выход (вывод 2) через резистор с источником отрицательного относительно вывода 3 напряжения, можно расширить этот интервал вплоть до −55 °С.

Поскольку датчик подвержен воздействию электромагнитных помех, его разработчики рекомендуют применять для их подавления демпфирующую цепь R1C1. Минимальная ёмкость конденсатора C1 — 0,2 мкФ. Подобные цепи устанавливают на

входах АЦП и при работе с другими аналоговыми датчиками и терморезисторами. В простейших случаях обходятся одним конденсатором ёмкостью 0,01...0,1 мкФ без последовательного резистора.

9. Ответ — 1. Вольт-амперные характеристики аналоговых датчиков температуры, подобных IL135Z или LM335A, аналогичны характеристикам полупроводниковых стабилитронов, отличаясь от них нормированной зависимостью напряжения стабилизации от температуры. Поэтому напряжение, снимаемое с группы таких датчиков, соединённых параллельно, равно напряжению стабилизации того из них, у которого оно меньше. Если датчики идентичны, это будет датчик, находящийся при более низкой температуре.

10. Ответ — 0. Напряжение между эмиттером и коллектором любого биполярного транзистора при режиме работы, заданном резисторами R1—R3, зависит от температуры его кристалла. При малой рассеиваемой на нём мощности она практически равна температуре окружающей среды.

Поскольку транзисторы серии КТ816 выпускают в плоских корпусах КТ-27 (ТО-126), их удобно крепить к плоскостям предметов, температуру которых нужно контролировать. Металлическая площадка, окружающая крепёжное отверстие, соединена с коллектором транзистора, что нужно учитывать при монтаже.

Что касается инерционности, то она зависит от габаритных размеров и теплоёмкости корпуса. Поэтому время стабилизации показаний датчика температуры на транзисторе КТ816Б после скачка температуры довольно велико. Если нужно фиксировать быстрые изменения температуры, применяйте аналоговые датчики как можно меньших размеров.

11. Ответ — 1. Датчик DS1821 имеет два режима работы — измеритель температуры с интерфейсом 1-Wire и термостат. Для их переключения предусмотрена процедура, заключающаяся во временном отключении питания прибора и подаче последовательности из шестнадцати импульсов на его вывод 2 (DQ). В режиме термостата этот вывод становится обычным дискретным выходом с открытым стоком, который переходит в активное состояние, если температура достигла заданной максимальной (TH), и возвращается в пассивное состояние, как только температура опустится ниже заданной минимальной (TL).

Логические уровни на выходе, соответствующие его активному и пассивному состоянию, зависят от значения разряда POL в регистре конфигурации датчика. Если POL=1, активный уровень высокий, а пассивный — низкий, при POL=0 — наоборот. Микроконтроллер лишь принимает логический сигнал, поэтому линия порта, к которой подключён датчик-термостат, должна быть сконфигурирована как вход.

Значения TH, TL и POL задают по интерфейсу 1-Wire в обычном режиме датчика температуры. Переведённый в режим термостата прибор не требует дополнительной настройки и способен работать автономно в течение любого времени, в том числе после выключения и повторного включения питания.

12. Ответ — 0. При отпущенной кнопке SB1 к входу АЦП микроконтроллера подключён термометр сопротивления RK1, питаемый стабилизированным током 1 мА. Такой термометр представляет собой катушку из тонкого металлического провода. Как известно, сопротивление чистых металлов имеет положительный ТКС.

Термометры сопротивления отечественного производства носят названия ТСП (платиновые, способны работать в интервале температуры до −200...+500 °С) и ТСМ (медные, до −50...+120 °С). Указанное на схеме обозначение Pt100 — это тип одной из стандартизованных градуировочных кривых термометра сопротивления. Оно означает, что термометр — платиновый, и его сопротивление при температуре 0 °С равно 100 Ом. Нажатием на кнопку SB1 резистор R1 именно такого сопротивления подключают к входу АЦП вместо термометра RK1 для проверки измерителя температуры. Он должен показать 0 °С.

13. Ответ — 0. Согласно ГОСТ 31516-2012, абсолютная погрешность медицинского термометра не должна выходить за пределы от +0,1 °С до −0,15 °С. Казалось бы, цифровой датчик температуры LM75AD обеспечивает такую точность, имея дискретность (шаг изменения) показаний 0,125 °С. Однако это всего лишь цена младшего разряда выдаваемого датчиком двоичного кода температуры. Абсолютная точность показаний датчика LM75AD намного хуже, погрешность доходит до ±2 °С. Такой датчик может показать повышенную температуру тела +38,6 °С или пониженную +34,6 °С, когда в действительности она вполне нормальная — +36,6 °С. Чтобы устранить эту погрешность, нужно хранить в памяти микроконтроллера таблицу поправок, индивидуальную для каждого экземпляра датчика. Причём нет никакой гарантии, что со старением датчика эти поправки не потеряют силу.

14. Ответ — 1. Датчик DS18B20, фрагмент внутренней схемы которого изображён на **рис. 2**, содержит узел VD1VD2C1. Благодаря ему напряжение на внутреннюю шину питания датчика может поступать двумя путями. Во-первых, с вывода 3 (VCC) через диод VD1. Во-вторых, с вывода 2 (DQ) через диод VD2. В последнем случае питание называют "паразитным", так как энергия отбирается от источника управляющего датчиком сигнала при его логически высоком уровне.

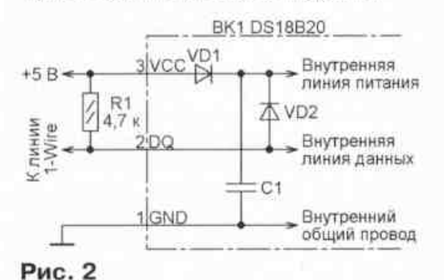


Рис. 2

Когда уровень на линии данных логически низкий, узлы датчика питает напряжение, до которого заряжен конденсатор C1. При высоком уровне он заряжается через резистор R1. В режиме паразитного питания вывод 3 (VCC) датчика во избежание проникновения через него помех рекомендуется соединить с выводом 1 (GND).

Основное достоинство паразитного питания — уменьшение с трёх до двух числа проводов, идущих к датчику, что важно при большой длине проводов или при большом числе датчиков, соединённых параллельно. Напомню, что микроконтроллер способен различать такие датчики по уникальным кодам, хранящимся в их постоянной памяти.

Во время выполнения датчиком большинства команд потребляемый им ток невелик, падение напряжения на резисторе R1 за счёт этого тока незначительно и не нарушает работу датчика. Однако ток сильно увеличивается при выполнении таких операций, как преобразование температуры в двоичный код или запись информации во внутреннюю энергонезависимую память датчика. Поэтому изготовитель рекомендует при паразитном питании подключать параллельно резистору R1 полевой транзистор и открывать его во время выполнения энергоёмких операций, а при большом числе параллельных датчиков — открывать при каждой установке на линии напряжения высокого уровня.

Однако в случае, если источник управляющего сигнала микроконтроллер, задачу можно решить проще [3]. Достаточно, чтобы в режиме выхода линия микроконтроллера, используемая для связи с датчиком, была не с открытым стоком, а имела обычный двухтактный драйвер с низким выходным сопротивлением для вытекающего тока. Максимальное значение этого

тока — 20 мА у микроконтроллеров PICmicro и AVR, 25 мА — у микроконтроллеров STM32. Этого более чем достаточно для паразитного питания нескольких датчиков.

Датчик DS18B20 имеет модификацию DS18B20-PAR, предназначенную исключительно для паразитного питания. Она отличается лишь тем, что её вывод 3 ни с чем внутри датчика не соединён, а диод VD1 отсутствует.

15. Ответ — 1. Элементы R1, R2, VT1 и HL1 образуют стабилизатор тока, текущего через терморезистор RK1. Если светодиод заменить ещё одним терморезистором с номинальным сопротивлением 10 кОм, этот ток станет зависеть от температуры. Поэтому крутизна преобразования температуры в напряжение значительно возрастёт [4].

16. Ответ — 0. Микросхема MAX6675ISA — преобразователь термоЭДС термопары в 16-разрядный двоичный код, передаваемый в микроконтроллер по интерфейсу SPI. Чтобы получить линейную зависимость кода от температуры, приходится в процессе преобразования решать уравнения высокого порядка, набор коэффициентов которых неодинаков для разных пар металлов, из которых изготавливают термопары.

Микросхема MAX6675ISA специализирована для работы с термопарой типа К (из хромеля — сплава хрома с никелем и алюмеля — сплава никеля с алюминием, кремнием и марганцем). С термопарами из других металлов (их стандартные типы обозначают латинскими буквами) погрешность преобразования получается слишком большой.

Один из универсальных преобразователей — LTC2983. Он способен работать не только с термопарами разных типов, но и с термометрами сопротивления, диодными и транзисторными датчиками, таблицы преобразования для которых пользователь может ввести в память микросхемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Погребняк Д.** Измерение температуры при помощи NTC термистора и микроконтроллера AVR. — URL: **https://aterlux.ru/article/ntcresistor** (19.01.2019).

2. **Davis N.** Введение в температурные датчики: терморезисторы, термопары, термометры сопротивления и микросхемы термометров. Пер. с англ. — URL: **https://radioprog.ru/post/279** (19.01.2019).

3. Ещё раз о STM32 и DS18B20 (подправлено). — URL: **http://we.easyelectronics.ru/STM32/ esche-raz-o-stm32-i-ds18b20-podpravleno.html** (20.01.2019).

4. **Pros R.** NTC-gevoeligheid opdrijven. — URL: **http://prosje.be/Projects/NtcGevoeligheidOpdrijven.html** (20.01.2019).

Arduino Uno помогает играть в шашки

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Ещё один интересный вариант практического использования манипулятора [1, 2] — это возможность перемещать небольшие предметы. На **рис. 1** представлен внешний вид конструкции, позволяющей расставлять предметы на небольшом игровом поле или убирать их с него. Это открывает широкие возможности для реализации различных игр. В предлагаемой вниманию читателей статье рассматривается игра в шашки на поле 8×8, где соперники обмениваются ходами, записывая и отсылая их на исполнительное устройство через монитор порта программы Arduino IDE.



Рис. 1

Рис. 3

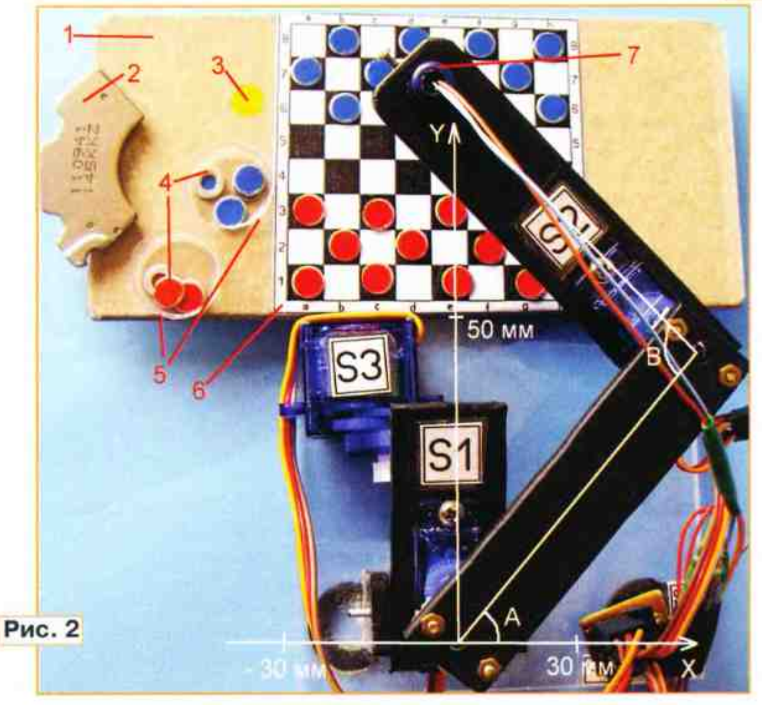


Рис. 2

Основание для игрового поля 1 (**рис. 2**) изготовлено из прямоугольного отрезка жёсткого картона размерами 140×70 мм. На него, в центральной его части, наклеено игровое поле 6, которое закрыто прозрачной плёнкой (скотчем). Поле размерами 67×67 мм распечатано на бумаге. Отрезок картона 1 закреплён на стальной пластине (на рис. 2 не видна) с помощью магнита 2, извлечённого из компьютерного привода жёсткого диска. С левой стороны поля маркером нанесена метка 3 (жёлтого цвета). Она обозначает местонахождение корзины 5 для сброса шашек 4. Эта метка используется и для их установки на игровое поле. Осуществляется перемещение шашек с помощью электромагнитного захвата 7. Шашки изготовлены из стальных шайб диаметром около 5 мм, рассчитанных под винты с резьбой М3. На одну из сторон шайбы наклеен "пятачок" из цветной клеящейся плёнки. Пятачки изготовлены с помощью канцелярского дырокола.

Электромагнитный захват (**рис. 3**) состоит из электромагнита 1 и ручки-колпачка 4. Электромагнит изготовлен из реле РЭС9 с общим сопротивлением двух обмоток около 500 Ом. Реле аккуратно разбирают следующим образом. Снимают алюминиевый чехол, удаляют арматуру контактных пар, отрезают (закрепляя реле в тисках) основание с выводами реле, предварительно отпаяв выводы от катушек. Затем перекусывают тонкий медный проводник, соединяющий катушки, и аккуратно разрезают стальное основание, на котором закреплены катушки, на две части. И, наконец, отрезав лишнее, оставляют одну катушку на стальном сердечнике с основанием 5×5 мм. Далее припаивают тонкие гибкие провода к выводам катушки (точки пайки 2) и фиксируют выводы проводов ниткой 3. Ручка-колпачок 4 изготовлена из отрезка корпуса шариковой ручки с подходящим диаметром отверстия для крепления захвата. В торцевой части колпачка с помощью надфиля проточены пазы для пропускания пары соединительных проводов. Ручку-колпачок 4 приклеивают к основанию "секундным" клеем. Обмотка электромагнитного захвата имеет сопротивление около 250 Ом и потребляет ток около 20 мА.

Схема устройства показана на **рис. 4**. Модуль A1 Arduino Uno питается от USB-разъёма ноутбука, сервоприводы — от отдельного БП с выходным напряжением 5 В и током до 1 А. Сервопривод A2 обозначен на рис 2 как S1, сервопривод A3 обозначен S2, сервопривод A4 — S3. После наклеивания на шайбы цветной плёнки может получиться так, что захват перестанет надёжно удерживать шашку. Тогда (желательно предусмотреть это заранее) придётся добавить транзисторный ключ и подобрать другой электромагнит с меньшим сопротивлением обмотки и рассчитанной на больший ток. Для повышения удобства игры к компьютеру можно подключить дополнительные клавиатуру и мышь.

Далее о порядке игры. Сначала отсылается команда U0R1 (**рис. 5**), и начинается расстановка шашек. Электромагнитный захват берёт шашку с метки с интервалом несколько секунд. За это время на освободившееся место нужно поместить следующую шашку. После расстановки можно начинать игру, предварительно поместив на метку корзину для сбора шашек определённого цвета. Например, ход G3H4 означает, что будет переставлена шашка с поля G3 на поле-клетку H4. Команда G5U0 выполнит удаление шашки в корзину с поля G5. Иногда, вследствие погрешностей, шашка может стать на клетку неровно. В этом случае предусмотрена коррекция положения, например, команда H4++ подвинет немного шашку на клетке H4 вправо и вверх (координаты x и y соответственно на рис. 2). Постановка дамок на поле осуществляется командой R1B8, где B8 указывает клетку постановки дамки (на метку раздачи следует установить перевёрнутую шашку). Команда R1U0 производит очистку поля от шашек в подставляемые корзины.

A1
Arduino Uno
Vcc
6
5
7
8
GND
VD1 КД522В
YA1
A2 SG90
A3 SG90
A4 SG90
VCC
PWM
GND
M
5 В стаб.
+
-

Рис. 4

Далее о работе скетча. Манипулятор обеспечивает захват по 33-м точкам. Из них 32 соответствуют координатам клеток поля и одна — с координатами метки жёлтого цвета (см. рис. 2). Их значения занесены в массивы **tablX[34]** и **tablY[34]**. Важной в работе всего скетча является функция №4, обеспечивающая перевод заданных в миллиметрах координат в значения углов поворота A и B сервоприводов S1 и S2. В ней также реализована подфункция плавного поворота сервоприводов. Если её исключить, например, закомментировав строки, манипулятор будет передвигать шашки быстрее и резче. Настройка скетча сводится к более точному (в зависимости от конкретного экземпляра поля и его постановки на основание) подбору значения координат в массивах, а также к подбору значений констант **Acor1** и **Acor2**, в зависимости от точности посадок качалок сервоприводов. В идеале они равны 0 (по 11 единиц на каждый градус поворота). То есть если задать поворот для S1 **A=0** градусов, а для S2 — **B=90** градусов, захват манипулятора должен стать в точку с координатами (**65,65**).

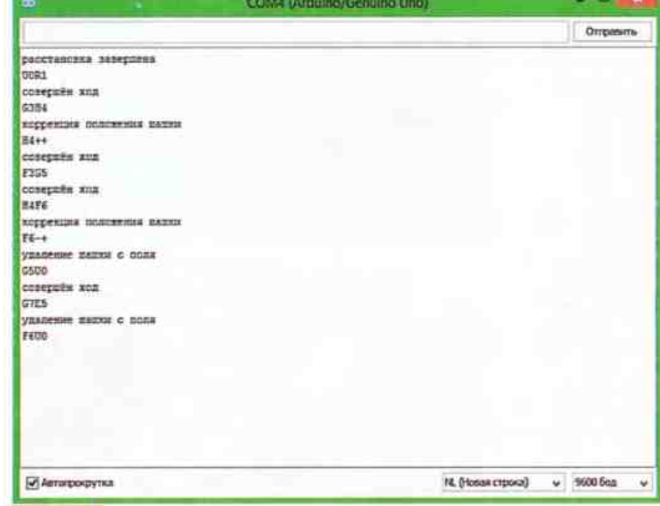


Рис. 5

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамичев Д.** Манипулятор для рисования на Arduino Uno. — Радио, 2018, № 9, с. 60, 61.

2. **Мамичев Д.** Манипулятор "пишущая машинка" на Arduino Uno. — Радио, 2018, № 10, с. 59, 60.

***От редакции.** Демонстрационный ролик, иллюстрирующий работу устройства, находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/04/shashki.zip** на нашем FTP-сервере.*

Продолжается подписка на журнал на первое полугодие 2019 года



Подписные индексы журнала по каталогам

- Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ 70772
- Официальный каталог Почты России П4014
- Объединённый каталог "Пресса России" 89032
- КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ 61972



70772



П4014



61972



89032

Ссылки с QR-кодом ведут на странички каталогов онлайн-подписки











В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ

Подписка на электронный журнал "Радио" с доставкой по **электронной почте** на 2019 год, а также на 2012—2018 гг. Цена не изменилась: 12 месяцев — 600 рублей!*

На сайте http://el.radio.ru Вы можете узнать, как подписаться и скачать бесплатный журнал № 7 за 2011 г.

* 600 рублей — стоимость подписки при оплате непосредственно в редакции. Стоимость подписки может увеличиться за счёт стоимости услуг банка или платёжных систем, которую они взимают за услугу перевода денег.



Уважаемые читатели!

Редакция журнала «Радио» совместно с ООО «Чип набор» распространяет наборы для радиолюбителей (подробнее на сайте по адресу: http://kits.radio.ru).

Набор
«Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П»



Редакция совместно с ООО «Чип набор» выпускает набор для радиолюбителей «Двухтактный оконечный усилитель на 6Н23П и 6П43П», описание которого было опубликовано в статье С. Комарова («Радио», 2008, № 8, с. 49, 50; № 9, с. 45—48; № 10, с. 47, 48). В набор входят лампы, трансформаторы, дроссель, комплект деталей, провода, крепёжные и установочные изделия. Отдельно можно приобрести готовое шасси для этого усилителя.

Подробную информацию можно получить по тел. (495) 608-81-79 или по электронной почте <sale@radio.ru>.

Уважаемые читатели, из-за входящих в набор тяжёлых трансформаторов и хрупких радиоламп пересылка почтой осуществляться не будет.



«Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения», описание которого опубликовано в статьях «Цифровое устройство защиты с функцией измерения» («Радио», 2005, № 1, с. 32–34) и «Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения» («Радио», 2007, № 7, с. 26–28), автор — Н. Заец.

Устройство защиты с функцией измерения предназначено для использования с блоком питания или зарядным устройством.

Это устройство можно применить для зарядки аккумуляторных батарей.

Оно обеспечивает удобную цифровую индикацию выходного напряжения и тока, потребляемого нагрузкой, раздельное включение и отключение защиты по току и напряжению, установку пределов срабатывания защиты и их сохранение в энергонезависимой памяти.

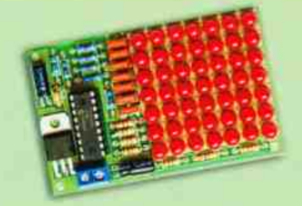
Деньги за интересующие вас наборы нужно отправить почтовым переводом или через ОАО «Сбербанк России» на наш расчётный счёт. На бланке обязательно напишите, за что вы переводите деньги и укажите свой точный почтовый адрес с почтовым индексом. После того как деньги поступят на расчётный счёт, мы отправим ваш заказ.

Набор для радиолюбителей «Программируемый термостат», описание которого опубликовано в статье В. Нефёдова «Программируемый терморегулятор для системы отопления» («Радио», 2011, № 1, с. 40, 41). В набор входят печатная плата, запрограммированный микроконтроллер, комплект деталей и инструкция.



Устройство может быть использовано в системах нагрева различных сред. В своём составе устройство имеет датчик температуры, ЖКИ, кнопки в качестве органов управления, а также реле для подключения внешней нагрузки.

Таким образом, устройство измеряет температуру среды, куда помещён датчик и в соответствии с заложенным алгоритмом включает и выключает нагрузку, подключённую к реле.



Набор для радиолюбителей «Автомат световых эффектов на микроконтроллере», описание которого опубликовано в статье Р. Мухутдинова («Радио», 2011, № 6, с. 51, 52).

В набор входят печатная плата, запрограммированный микроконтроллер, комплект деталей и инструкция.

Это устройство позволяет получить чередующиеся световые эффекты, такие как бьющееся сердце, вращающиеся стрелки, пульсирующая звезда и т.д. Отображение световых эффектов происходит посредством светодиодной матрицы 7x7, все светодиоды размещены на плате. Смена эффектов происходит автоматически, за что и отвечает микроконтроллер PIC16F628.



Блок зажигания–регулятор угла опережения зажигания предназначен для замены штатных центробежного и вакуумного регуляторов четырёхцилиндрового бензинового двигателя автомобиля электронным аналогом, выполненным на микроконтроллере PIC16F676.

Подробно о работе устройства можно прочитать в статье В. Шкильменского «Блок зажигания–регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676» в журналах «Радио» № 11 за 2008 г. на с. 36–38 и № 4 за 2009 г. на с. 38, 39.

Внимание! В состав набора входят три микроконтроллера с разными прошивками. В устройстве используется только один в зависимости от вашего выбора. Основная версия, прошивка FUOZ–676.

Устройство доработано, изменена его схема, усовершенствована программа микроконтроллера.

«USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910».



Схема и описание программатора опубликованы в журнале «Радио» № 7 за 2008 г., автор А. Рыжков, г. Новокузнецк. При изготовлении набора были учтены пожелания читателей, и принципиальная схема USB программатора была соответствующим образом доработана. Поэтому удаление «лишних», на первый взгляд, деталей может привести либо к неправильному функционированию программатора, либо к выходу из строя порта USB компьютера.

Каждый базовый набор включает в себя запрограммированный микроконтроллер, печатную плату с нанесённым на ней (для удобства монтажа) расположением элементов (вид со стороны деталей), набор деталей, инструкцию с описанием монтажа и настройки.

Более подробную информацию об условиях приобретения наборов можно получить на сайте http://kits.radio.ru или по телефону (495) 607-77-28, по электронной почте <sale@radio.ru>.

Получатель: ЗАО «Журнал «Радио», ИНН 7708023424, КПП 770801001
р/с 40702810438090103159, ПАО Сбербанк г. Москва, К/с 30101810400000000225, БИК 044525225

Наложенным платежом редакция наборы не высылает!